This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

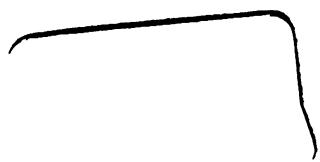
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

50. b. 5.

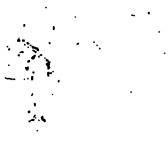


THÉORIE

DE

LA TERRE.

TOME SECOND.



THÉORIE

DE

LA TERRE;

PAR JEAN-CLAUDE DELAMÉTHERIE.

Sed quibus ille modis conjectus materiaï
Fundârit cœlum ac terram, pontique profunda,
. . . . . Ex ordine ponam.

LUCRET. lib. V, verſ. 397.

TOME SECOND.

A PARIS,

Chez MARADAN, Libraire, rue du Cimetière André-des-Arcs, nº. 9.

L'AN III DE LA RÉPUBLIQUE.

1795 (vieux ſtyle).

TABLE DES CHAPITRES

DU TOME SECOND.

DES pierres compoſées, Pag. 1
Des Granits, 4
Des Kneis, 7
Des Porphyres, 8
Des Porphyroïdes, 18
Des Amygdaloïdes, 19
Des Poudings, 20
Des Brèches, 21
De la criſtalliſation des pierres compoſées de pluſieurs autres pierres, 23
Des Pierres volcaniques, 46
Des verres volcaniques, 47
Des pierres volcaniques qui n'ont éprouvé qu'une demi-vitrification, 48
Des laves, ibid.
Des pierres volcaniques qui ont ſubi un ramolliſſement pâteux, 52
De la lave priſmatique ou baſalte, 55
Des ſubſtances étrangères qui ſe trouvent dans les matières volcaniques, 62
De la partie colorante des terres & des pierres, 71
Des Tourbes, 87
Des Bois foſſiles, 91
Du Succin, 97
Du Caoutchou foſſile, 99

De la pétrification des animaux & des végétaux, 100
Des débris d'animaux & de végétaux fossiles, 102
Des coquilles fossiles par familles, 105
Des débris d'animaux & de végétaux des pays chauds enfouis dans les pays froids, 106
Des poissons fossiles, 113
Des coquilles fossiles, 114
Des insectes fossiles, 116
Des plantes fossiles, ibid.
Des Charbons de terre, 120
Des différentes espèces de charbons, 121
Des bitumes liquides & demi-liquides, 124
Des couches bitumineuses, 126
Des terreins où se trouvent les charbons, 128
Des minéralisateurs des bitumes, 130
De la formation des couches bitumineuses, 132
De la cristallisation des matières bitumineuses, 143
De la cause de la cristallisation des pierres, des filons métalliques & des charbons, 146
Evaporation, ibid.
Refroidissement, 148
Agitation du dissolvant, 149
Excès d'acide, 152
Addition d'un sel plus soluble, 154
Cristallisation au fond d'une grande masse d'eau, 155
Composition des sels, 158
Décomposition des sels, 162
Des Eaux-mères de la cristallis. du globe, 171
De la surface de la terre, 175
Des terreins primitifs & secondaires, 196
Des terreins primitifs, 197
Des terreins secondaires primitifs ou des kneis, 201

Des terreins calcaires ſecondaires, 203
Des terreins tertiaires coquilliers, ibid.
Des terreins gypſeux, 204
Des terreins ſchiſteux, 206
Des terreins bitumineux, ibid.
Des terreins métalliques, ibid.
Des chaînes de montagnes, 210
Des galets & des attériſſemens, 229
Galets des fleuves, ibid.
Galets des lacs & des mers, 231
Des Sables, 241
Des maſſes granitiques éparſes ſur les couches calcaires, 251
Des fentes & des cavernes, 263
Fentes & cavernes des terreins primitifs, 264
Fentes & cavernes des terreins ſecondaires, 265
Fentes & cavernes volcaniques, 274
Fentes & cavernes produites par le refroidiſſement du globe, 279
Affaiſſement & renverſement des montagnes, 282
De l'origine des fontaines, 290
Quantité d'eau qui tombe ſur la ſurface de la terre, 303
Quantité d'eau qui s'évapore, 308
Quantité d'eau que les fleuves verſent dans les mers, 313
Du cours des fleuves & de leurs effets, 322
Des lacs, 329
Lacs formés par la retraite des mers, ibid.
Lacs formés accidentellement, 330
Lacs formés par affaiſſement, ibid.
Lacs formés par retraite des terreins, 331
Lacs qui n'ont point de canaux d'écoulement, ibid.

Lacs qui ont des canaux d'écoulement, 334
Des mers, 343
Du mouvement des eaux des mers, 348
Des marées, ibid.
Mouvement des eaux de l'orient à l'occident, 350
Mouvement des eaux des pôles vers l'équateur, 351
De l'effet des courans dans le sein des mers, 361
Des falaises, 364
Falaises produites par cristallisation, 365
Falaises produites par soulèvement, 366
Falaises produites par affaissement, ibid.
Falaises produites par tremblement de terre, 367
Falaises produites par retraite, ibid.
Falaises produites par l'action des eaux, ibid.
Falaises des continens, 371
Des volcans, & de leurs effets, 375
Qu'est-ce qui entretient les feux souterreins ? 388
Comment les volcans brûlent-ils sans communiquer avec l'air ? 395
Des communications des volcans, 399
Des profondeurs des volcans, 402
De la force d'explosion des volcans, 404
Du soulèvement des montagnes par les volcans, 412
Des tremblemens de terre, 416
De la nature des pierres volcaniques, 425
Des cratères des volcans, 443
Des pluies volcaniques, 446
De l'électricité des volcans, 448
Des époques des volcans, 449
Des eaux minérales, 452

THÉORIE

THÉORIE
DE LA TERRE.

DES PIERRES COMPOSÉES.

§. CL. Elles forment la plus grande partie des montagnes appelées primitives & méritent par conſéquent toute l'attention du géologue ; je les réduirai à quatre claſſes :

1°. Les granits,
2°. Les porphyres,
3°. Les knéis,
4°. Les amigdaloïdes.

On peut y joindre :

5°. Les pouddings,
6°. Les brèches,

quoique ces deux dernières eſpèces diffèrent abſolument des autres.

J'appelle ces pierres compoſées, parce qu'elles

ſont formées de pluſieurs des différentes pierres dont nous venons de parler, & qui ſont réunies & criſtalliſées dans la même maſſe.

Je compare leurs criſtalliſations à celles de pluſieurs ſels mélangés & qui criſtalliſent enſemble.

J'ai fait trois grandes diviſions de ces pierres.

La première renferme les pierres criſtalliſées enſemble, tels ſont les granits & knéis.

Les pierres compoſées empâtées criſtalliſées, forment la ſeconde diviſion. Ce ſont les porphyres, les porphyroïdes & les amigdaloïdes.

Les pierres compoſées empâtées non criſtalliſées ou agglutinées, forment la troiſième diviſion. Ce ſont les pouddings & les brèches.

La nature de toutes ces pierres variera,

Premièrement à raiſon des différentes pierres qui ſont réunies;

Secondement à raiſon de la manière dont elles ſont réunies.

Il ſe préſente ici pluſieurs queſtions principales:

1°. Comment les différentes terres & les chaux métalliques qui compoſent chacune des pierres diverſes, dont la réunion forme les pierres compoſées, ne ſe ſont-elles pas combinées toutes enſemble, pour faire une ſeule

ſubſtance compoſée homogène, par exemple, des pétro-ſilex, des trapps, des cornéènes... au lieu de former pluſieurs criſtaux ſéparés, par exemple, dans le granit, du quartz, du feld-ſpath, du mica, de la tourmaline, de l'hornblende, des gemmes....

2°. Comment ces différens criſtaux ſe réuniſſent-ils ſéparément en petits criſtaux, & ne font-ils pas d'énormes criſtaux en ſe réuniſſant chacun à part?

Toutes les parties quartzeuſes, par exemple, devroient ſe réunir pour former de groſſes maſſes de quartz.

Toute la partie feld-ſpathique devroit ſe réunir pour former de groſſes maſſes de feld-ſpath.

Toute la partie micacée devroit ſe réunir pour former de groſſes maſſes de mica.

Toutes les parties de tourmaline devroient ſe réunir pour former de groſſes maſſes de tourmaline.

3°. Comment quelques-unes de ces ſubſtances ſont-elles criſtalliſées confuſément & les autres régulièrement? dans les porphyres, par exemple, le feld-ſpath eſt criſtalliſé régulièrement, & ſa pâte eſt criſtalliſée d'une manière confuſe.

Tous ces phénomènes tiennent à la théorie

de la criſtalliſation, qu'on ne ſauroit trop étudier pour traiter ces matières.

Conſultons toujours les analogies : éclairons les phénomènes de la nature, qui préſentent quelques difficultés, par d'autres qui ſoient bien connus.

DES GRANITS.

§. CLI. Il n'eſt aucune pierre qui ſoit plus digne de fixer l'attention du naturaliſte géologue, que les granits. Ils forment la majeure partie du globe. Au moins on a toujours trouvé le granit dans les endroits les plus profonds où nous ayons pu pénétrer.

On a donné le nom de granit à un grand nombre de pierres qui, ſouvent, paroiſſent différentes. Les minéralogiſtes entendent ordinairement par granits, une pierre du genre quartzeux, compoſée de pluſieurs pierres criſtalliſées enſemble.

Ces différentes pierres ſont :

1°. Le quartz.

2°. Le feld-ſpath.

3°. Le mica pur ou ſtéatiteux.

4°. La tourmaline ou hornblende.

Ces quatre ſubſtances ne ſont pas toujours

réunies dans un granit. Quelquefois il n'y en a que deux, d'autres fois il n'y en a que trois.

Pluſieurs granits ne contiennent que du quartz & de la tourmaline, & un peu de mica. On n'y trouve preſque point de feld-ſpath.

Le granitelle ne contient preſque point de quartz. Il eſt compoſé de feld-ſpath & de tourmaline.

Mais très-ſouvent avec deux ou trois, ou quatre de ces ſubſtances, on rencontre dans les granits pluſieurs autres ſubſtances : & même toutes les différentes eſpèces de pierres ſimples dont nous avons parlé, peuvent s'y trouver.

Il y a des granits qui contiennent :

1°. Des grenats.
2°. Des hyacinthes.
3°. Des émeraudes.
4°. Des ſaphirs.
5°. Des chryſolites.
6°. Des corrindons.

Il n'eſt peut-être pas de pierres précieuſes qui ne ſe trouvent dans les granits, excepté le diamant.

7°. Des ſtéatites.
8°. De l'hornblende.
9°. Du trapp.

10°. De la cornéène.

11°. Du lazulite.

Cependant le granit pur, le vrai granit, ne contient que deux, trois ou quatre des ſubſtances principales qui ſont les élémens du granit, ſavoir : le quartz, le feld-ſpath, le mica & la tourmaline.

Quelquefois la tourmaline devient lamelleuſe & paſſe à la nature de l'hornblende. Elle ceſſe, pour-lors, d'être pyro-électrique.

Le mica devient auſſi quelquefois plus magnéſien & rapproche de la ſtéatite, quoique conſervant ſa forme hexaèdre. J'ai des granits de Norwege, où le mica devient mol, griſâtre & approche de la ſtéatite.

Le feld-ſpath acquiert de même cette qualité magnéſienne. Dolomieu a décrit un feld-ſpath qui a un aſpect gras, approchant de celui de la pierre de lard : ce qui ſans doute eſt dû à une plus grande partie de magnéſie.

Enfin, il y a auſſi des quartz qui ont le même aſpect gras & qu'on diſtingue des autres par le nom de quartz gras. L'analyſe n'en a pas encore été faite. Ainſi on ignore s'ils contiennent de la magnéſie.

La dureté & la peſanteur des granits varient à raiſon des différentes ſubſtances dont ils ſont

compoſés. Mais on peut en général eſtimer:

Leur dureté . . . . . 1100.
Leur peſanteur . . . . . 2750.

DES KNEIS.

§. CLII. Par kneis ou gneis, j'entends, avec les minéralogiſtes Saxons, les granits feuilletés. Ceux-ci contiennent à peu-près les mêmes élémens que les granits primitifs. Mais la partie micacée y domine; ce qui leur donne ce tiſſu lamelleux, tel que l'ont toutes les pierres où la magnéſie eſt en certaine quantité.

Les knéis ſont compoſés:

1°. De mica ou pierre magnéſienne, qui en fait la majeure partie.

2°. Du quartz.

3°. Il s'y trouve quelquefois du feld-ſpath.

4°. La tourmaline ou ſchorl des granits s'y rencontre également.

Les knéis peuvent, comme les granits primitifs, contenir toutes ſortes de pierres, des gemmes, des grenats, des ſchorls, des pierres magnéſiennes, des pierres calcaires, & même c'eſt principalement dans les knéis que

ſe rencontrent ces autres pierres, tels que les grenats, les ſtaurolites, les grenatites, les ſchorls...

Les knéis renferment encore les plus riches filons métalliques.

Les knéis ne ſe trouvent pas ordinairement avec les granits primitifs. Ils ſont ſur les limites de ceux-ci & les commencemens des terreins ſecondaires calcaires. C'eſt là qu'ils forment des maſſes aſſez conſidérables, ſe rapprochant des granits primitifs dans les endroits où ils les touchent, & contenant déjà des portions calcaires dans les lieux où ils ſont contigus avec le calcaire.

DES PORPHYRES.

§. CLIII. On paroît avoir réſervé le mot de porphyre à une pierre dont la baſe ou la pâte quelconque eſt de nature quartzeuſe & renferme des criſtaux de feld-ſpath.

Il s'y trouve auſſi quelquefois des petits criſtaux de tourmaline ou de l'hornblende.

On diſtingue un grand nombre de variétés de porphyres, à raiſon de la denſité de la pâte d'un côté, & de l'autre, de la couleur & de la grandeur des criſtaux de feld-ſpath

qui y ſont contenus, & de ceux des tourmalines qui, quelquefois, s'y trouvent mélangés. Les principales variétés ſont les porphyres rouges, les porphyres verts, les porphyres d'un noir plus ou moins foncé.

Les porphyres rouges ſont ceux dont la pâte eſt colorée en rouge, depuis le rouge le plus vif juſqu'au rouge brun d'un côté, & de l'autre juſqu'au rouge pâle ou gris: tandis que les criſtaux de feld-ſpath ſont d'un blanc plus ou moins rouge. Ces criſtaux ſont en général petits & peu prononcés.

Bayen a retiré d'un porphyre rouge antique:

Terre quartzeuſe	0,73.
Terre argileuſe	0,15.
Terre calcaire	0,00 $\frac{1}{2}$.
Magnéſie	0,10.
Chaux de fer	0,01.

Les porphyres verts, ſerpentins ou ophites, ont le fond vert plus ou moins foncé. Les criſtaux de feld-ſpath ſont ordinairement grands, bien prononcés, & d'un blanc plus ou moins vert. Néanmoins ils n'ont point de pyramides.

Bayen a retiré des porphyres verts, des produits analogues à ceux du porphyre rouge.

Mais il y avoit moins de magnéſie ; quelques-uns même n'en contenoient point.

Les porphyres noirs ne diffèrent de ces derniers que par la couleur. Les criſtaux de feld-ſpath en ſont également bien prononcés.

La pâte des porphyres eſt très-fuſible & donne un verre poreux.

La peſanteur ſpécifique du porphyre eſt 2750.

Sa dureté eſt 1100.

Les porphyres ſe trouvent par-tout mélangés avec les granits primitifs ; & ſouvent il ſeroit difficile de déterminer ſi telle ſubſtance doit être rangée parmi les porphyres ou parmi les granits.

Les porphyres ſont cependant en beaucoup moins grande quantité que les granits.

§. CLIV. Jetons maintenant un coup d'œil général ſur ces trois eſpèces de pierres compoſées, les granits vrais, les porphyres & les knéis, qui ont de ſi grands rapports.

Les granits vrais & les porphyres ſont partout confondus enſemble & forment la majeure partie des terreins primitifs. Il eſt même ſi difficile d'aſſigner les nuances qui les diſtinguent, que telle pierre qui ſera regardée comme un granit par de ſavans minéralogiſtes, ſera

un porphyre pour d'autres non moins inſtruits.

Mon opinion eſt connue à cet égard. Je les regarde comme compoſés des mêmes principes : & je crois qu'ils ne diffèrent que par la manière dont ces principes ſont criſtalliſés les uns avec les autres.

Tous les élémens du granit ſont-ils criſtalliſés diſtinctement? Ce ſont les vrais granits.

N'y a-t-il que le feld-ſpath criſtalliſé d'une manière diſtincte? & le reſte forme-t-il une criſtalliſation confuſe, un magma, une pâte? ce ſera le porphyre.

La nature de la pâte du porphyre a cauſé de grands débats parmi les minéralogiſtes. Pour prononcer ſur cette ſubſtance, il faut examiner ſes qualités.

Elle ne fait point efferveſcence avec les acides. Cependant ils en diſſolvent une portion, mais avec une extrême lenteur.

Cette pâte n'eſt donc ni de la terre calcaire, ni de la magnéſie, ni de l'argile pures. Elle doit être de la nature des pierres compoſées de pluſieurs terres. Elle contient des terres argileuſe, magnéſienne, calcaire, mêlées avec la terre quartzeuſe qui en fait la majeure partie, & une portion de chaux de fer. C'eſt ce que nous a fait voir l'analyſe.

Cette pâte eſt très-fuſible : par conſéquent elle ne peut pas être de la nature des pierres quartzeuſes ; c'eſt-à-dire qu'elle ne ſera ni quartz, ni ſilex, ni agate, ni jaſpe, qui ſont des pierres à peu-près infuſibles ou plutôt qui ne fondent qu'à un grand degré de feu.

Il ne reſte donc que trois ou quatre ſubſtances pierreuſes avec leſquelles elle a de l'analogie, ſavoir : la cornéène, le trapp, le pétro-ſilex & le feld-ſpath : & j'avois cru, dans mes notes ſur la Sciagraphie, qu'elle étoit de la nature de ces trois premières ſubſtances. Mais cette opinion me paroît moins probable que celle que je vais expoſer.

Je ne penſe pas qu'elle ſoit de feld-ſpath, parce que celui-ci conſerve toujours ſon tiſſu lamelleux : cette pâte, au contraire, n'a preſque jamais de lames : ſon grain eſt très-fin. D'ailleurs, aucun des élémens du granit ne ſe préſente en grandes maſſes. Le quartz, le mica le ſchorl ou tourmaline & le feld-ſpath ſont toujours en très-petits morceaux. Il n'y a que le quartz qui, quelquefois, dans des géodes, forme des maſſes d'un certain volume.

Cette pâte ne peut pas être du pétro-ſilex ; celui-ci a la caſſure concoïde, ſemblable à celle de la cire, a une demi-tranſparence. Or,

la pâte du porphyre n'a ordinairement aucune de ces qualités. Son grain, quoique fin, l'eſt moins que celui du pétro-ſilex.

Elle diffère auſſi de la cornéène ou pierre de corne avec laquelle cependant elle a beaucoup de rapports par ſes principes conſtituans. Mais la cornéène donne l'odeur terreuſe en ſoufflant deſſus, ce que ne fait pas la pâte du porphyre. On ne peut donc dire que cette pâte ſoit de la nature de la cornéène.

Ce ſeroit donc le trapp avec lequel elle auroit le plus de rapport. Néanmoins celui-ci a le grain moins fin. Il ne contient point, ou peu de magnéſie, & on en retire toujours de la baſe du porphyre.

Mais de quelle nature ſera donc cette pâte?

Je la conſidère comme un mélange, une criſtalliſation confuſe, de tous les élémens du granit, excepté le feld-ſpath, qui eſt criſtalliſé d'une manière diſtincte dans le porphyre.

Cette pâte ſera par conſéquent un mélange

De quartz.

De mica.

De tourmaline ou hornblende.

Auſſi l'analyſe de cette pâte nous a-t-elle

donné les mêmes principes que ceux de toutes ces ſubſtances réunies.

Cette pâte n'eſt pas toujours la même dans tous les porphyres, & ne doit pas l'être, parce que la nature des granits varie.

Il eſt des granits qui ne contiennent point de mica. La pâte des porphyres qui ſera réſultée de ces granits, ne contiendra point de magnéſie. Mais la terre quartzeuſe, la terre argileuſe & la chaux de fer y ſeront en plus grande quantité : & cette pâte rapprochera beaucoup de la nature des pétro-ſilex.

D'autres granits contiennent quartz, feldſpath, mica & tourmaline. La pâte des porphyres qui en réſultera contiendra de la magnéſie, & rapprochera plus des trapps.

Enfin d'autres granits, comme les kneis, contiennent une très-grande quantité de mica. La pâte des porphyres qui en réſultera, contiendra donc beaucoup de magnéſie & rapprochera de la cornéène.

Les granits dont la tourmaline rapproche de l'hornblende donneront auſſi une pâte de porphyre qui contiendra beaucoup de magnéſie, ainſi que ceux dont le mica approche de la ſtéatite.

Ces apperçus indiqueront en quoi cette pâte

différera des autres pierres, compoſées de pluſieurs terres, & en rapproche.

La pâte des porphyres eſt le mélange ou la criſtalliſation confuſe des différens élémens des granits, excepté le feld-ſpath, qui criſtalliſe diſtinctement.

Le pétro-ſilex, le trapp, la cornéène ſont des mélanges ou les réſultats des criſtalliſations confuſes de ces mêmes granits, ſans en excepter le feld-ſpath, qui y eſt demeuré également confondu: excepté quelquefois de petits criſtaux de feld-ſpath qu'on apperçoit avec peine; par conſéquent ces trois eſpèces de pierres ne différeront entr'elles qu'à raiſon des principes différens des granits, dont elles ſont le réſultat.

Le pétro-ſilex eſt le réſultat de la criſtalliſation confuſe d'un granit, qui ne contiendroit point ou peu de mica; puiſque le pétro-ſilex ne contient point ou peu de magnéſie.

Le trapp ſeroit le mélange de tous les élémens d'un granit, le fel-ſpath, comme les autres, mais d'un granit qui ne contenoit qu'une petite quantité de mica; puiſque la magnéſie eſt peu abondante dans le trapp.

Enfin, la cornéène eſt le mélange de tous les élémens d'un granit, qui contient beaucoup de magnéſie, puiſqu'il y a beaucoup de magnéſie dans la cornéène. Cette magnéſie peut venir ou du mica, qui y ſera très-abondant, ou ſera ſtéatiteux, ou de la tourmaline, qui y ſera à l'état de hornblende.

La pâte des porphyres ne ſera donc ni du pétro-ſilex, ni du trapp, ni de la pierre de corne.

Ce ſera une ſubſtance particulière qui ne ſera pas toujours la même, qui variera ſuivant la nature des granits dont elle ſera compoſée, & rapprochera plus ou moins de ces trois eſpèces de pierres dans différentes circonſtances.

On pourroit cependant trouver des ſubſtances analogues à cette pâte; ſavoir, des pierres compoſées formées des élémens d'un granit, qui ne contiendroit point de feld-ſpath.

Suppoſons deux granits qui contiennent les mêmes quantités de quartz, de mica, & de tourmaline, & que l'un d'eux contienne de plus du feld-ſpath.

Si ces deux granits criſtalliſent d'une manière confuſe, ils donneront ou des pétro-ſilex, ou des

des trapps, ou des cornéènes, ſuivant la proportion de leurs élémens.

Mais ſi celui qui contient du feld-ſpath criſtalliſe en porphyre, c'eſt-à-dire, que le feld-ſpath criſtalliſe diſtinctement, ſa pâte ſera égale abſolument au réſultat que donnera l'autre granit, puiſque nous ſuppoſons qu'aucune portion du feld-ſpath ne demeure dans cette pâte, & qu'il criſtalliſe tout entier.

Néanmoins il faut que ces accidens arrivent rarement, puiſque les pâtes des porphyres, ſous certains aſpects, diffèrent toujours des pétro-ſilex, des trapps, & des cornéènes.

Il n'eſt cependant pas impoſſible ſans doute que la pâte de certains porphyres ſoit d'une de ces trois ſubſtances, & qu'il y ait par conſéquent des porphyres qui aient pour baſe une de ces trois ſubſtances.

La nature fait ſans ceſſe de ces mélanges. Et effectivement, on trouve des porphyres à baſe de pétro-ſilex, d'autres à baſe de trapp, d'autres à baſe de cornéène.

Néanmoins la baſe de la plupart des porphyres diffère de ces trois eſpèces de pierres, & doit être rapportée au genre de pierre dont je viens de parler.

DES PORPHYROÏDES.

§. CLV. J'ai donné le nom de *porphyroïdes* aux pierres compoſées qui contiennent des criſtaux de feld-ſpath, mais dont la pâte n'eſt pas la même que celle des porphyres. Il y a un aſſez grand nombre de ces pierres dont les pâtes ſont de différentes natures. Voici les principales.

Porphyroïde à baſe de pechſtein.

Porphyroïde à baſe de jade.

Porphyroïde à baſe argileuſe ou ſchiſteuſe.

Porphyroïde à baſe de pierres mgnéſiennes.

Porphyroïde à baſe calcaire.

Porphyroïde à baſe de terre peſante.

Porphyroïde à baſe de pierres volcaniques.

Enfin, toutes les ſubſtances où le feld-ſpath peut ſe trouver criſtalliſé, ſeront des porphyroïdes, ſi leur pâte eſt d'une nature différente de celle des porphyres véritables.

Je crois que cette diſtinction eſt eſſentielle pour établir une différence entre ces eſpèces de pierres, qui ſont ſi nombreuſes.

DES AMIGDALOIDES.

§. CLVI. Toutes ces mêmes pâtes, dont nous venons de parler, peuvent envelopper d'autres criſtaux que ceux de feld - ſpath : par exemple, des ſchorls, des micas, des quartz, des grenats, des ſpaths calcaires, des zéolites, des ſpaths boraciques ... Ce ſont de nouveaux compoſés, auxquels j'ai donné le nom d'*amigdaloïdes*, avec Wallerius. Pluſieurs naturaliſtes les appellent *roches glanduleuſes.*

Les amygdaloïdes varient, & quant à la nature de leur pâte, & quant à la nature des pierres criſtalliſées qu'elles enveloppent. Il y a :

Amigdaloïdes à baſe de cornéène ; ce ſont les variolites, les toadſtones. Ces dernières contiennent ordinairement du ſpath calcaire criſtalliſé.

Amigdaloïdes à baſe de trapp. Ce ſont les variolites qui renferment des grains, d'autres trapps d'une teinte différente.

Amigdaloïdes à baſe de pierre magnéſienne.

Il y a un grand nombre de ſtéatites, de ſerpentines ... qui renferment des grenats, des

ſchorls, des criſtaux de fer attirables... On peut les regarder comme des eſpèces d'amigdaloïdes.

Amigdaloïdes à baſe de pâte calcaire. Ce ſont des pierres calcaires, qui contiennent d'autres ſubſtances criſtalliſées, comme le vert antique, le marbre d'Ecoſſe, qui contient de l'hornblende.

Amigdaloïdes à baſe argileuſe.

Amigdaloïdes à baſe de pierres peſantes.

Amigdaloïdes à baſe de pierres volcaniques.

DES POUDINGS.

§. CLVII. On appelle communément *poudings* des pierres aglutinées, compoſées d'un ciment ou d'une pâte de nature quartzeuſe, qui a enveloppé des pierres roulées, arrondies, du genre quartzeux ; ce ſont, le plus ſouvent, des ſilex ou cailloux qui ont perdu leur tranſparence. Mais ce peuvent être des jaſpes, des cornéènes, des granits & des porphyres.

La nature de cette pâte peut être du genre des ſilex, des jaſpes, des pétro-ſilex, des trapps, des cornéènes...

Cette pâte peut envelopper des pierres qui ne ſoient pas du genre des quartzeuſes. Ce

peuvent être des pierres magnéſiennes, des pierres argileuſes, des pierres calcaires, des pierres volcaniques.... enfin des ſubſtances métalliques.

On ſent tous les jeux que la nature peut faire dans ces mélanges.

DES BRÈCHES.

§. CLVIII. Les brèches ſont, comme les poudings, des pierres compoſées, empâtées, non criſtalliſées, qui renferment d'autres pierres non criſtalliſées. Dans la brèche proprement dite, les pierres aglutinées ſont calcaires, & ne ſont point roulées ou arrondies. La pâte eſt également calcaire.

Mais il peut y avoir d'autres eſpèces de brèches qui varieront, ſoit à raiſon de la nature de la pâte, ſoit à raiſon de la pierre que cette pâte enveloppera. Cette pâte peut être,

Magnéſienne.
Argileuſe.
Calcaire.
De terre peſante.
Volcanique.
Ferrugineuſe.

Les pierres qu'elle enveloppera peuvent également être de toutes eſpèces.

On voit que les brèches ne diffèrent pas des poudings, quant à leur compoſition. Mais leur différence conſiſte dans la nature de leur pâte, & dans celle des pierres que renferme cette pâte.

La pâte eſt-elle quartzeuſe, & renferme-t-elle des pierres quartzeuſes arrondies? C'eſt le véritable pouding.

La pâte eſt-elle calcaire, & renferme-t-elle d'autres pierres calcaires arrondies ou non arrondies? C'eſt la véritable brèche.

La pâte eſt-elle de nature différente de celles du pouding, de la brèche, & renferme-t-elle des pierres également différentes? La ſubſtance rentrera dans le genre des amigdaloïdes, ſoit toadſtone, ſoit variolites, ſoit toute autre eſpèce. Mais elle en différera, en ce que, dans les amigdaloïdes, la ſubſtance enveloppée & la pâte qui l'enveloppe, ſont criſtalliſées confuſément : au lieu que, dans ces dernières ſubſtances, la ſubſtance enveloppée a été roulée.

DE LA CRISTALLISATION DES PIERRES COMPOSÉES DE PLUSIEURS AUTRES PIERRES.

§. CLIX. Après avoir dit quelle eſt la nature de ces pierres, compoſées de pluſieurs de celles que nous venons de voir, il reſte à examiner la manière dont elles ont été formées. Elles criſtalliſent enſemble, font une ſeule maſſe, ſans néanmoins ſe confondre.

(1) « Pour ſaiſir tout ce qui ſe paſſe dans » cette opération de la nature, il faut bien avoir » préſens les phénomènes qu'offrent pluſieurs » ſels qu'on fait criſtalliſer enſemble.

» Lorſque la criſtalliſation eſt précipitée, ils » criſtalliſent confuſément, on a une maſſe » ſaline, dans laquelle on ne diſtingue aucune » forme régulière.

» Si la criſtalliſation eſt moins accélérée, » les ſels qui démandent plus d'eau de criſtal- » liſation, criſtalliſent les premiers régulière- » ment, & les autres d'une manière confuſe. » Du ſel marin, par exemple, criſtalliſant avec

(1) Ceci eſt extrait de mon Mémoire ſur les criſtalliſations géologiques. *Journ. de Phyſ. Fév.* 1793, *pag.* 139.

» du nitre, pourra criſtalliſer régulièrement, » tandis que le nitre ne criſtalliſeroit que con- » fuſément.

» Enfin, lorſque la criſtalliſation s'opère » avec toute la lenteur néceſſaire, on trouvera » chaque ſel criſtalliſé ſéparément, & d'une » manière régulière.

» Suppoſons une quantité d'eau quelconque, » tenant en diſſolution une maſſe de pierres, » dont eſt compoſé le granit; ſavoir, feld- » ſpath, ſchorl ou tourmaline, mica, & » quartz. Suivons les différens tems de cette » criſtalliſation.

1°. » Si la criſtalliſation eſt très-précipitée, » toutes ces ſubſtances criſtalliſeront confuſé- » ment, & on aura une pierre compoſée de » toutes ces pierres, dont on ne pourra diſ- » tinguer aucune.

» Telles me paroiſſent être à-peu-près cer- » taines eſpèces de trapps que j'ai rencontrés » dans les montagnes primitives. La matière » ſchorlique de la tourmaline le colore en » noir.

» Le trapp analyſé donne les mêmes pro- » duits que les différens criſtaux qui compoſent » le granit; ſavoir, terre quartzeuſe 0,51, » terre argileuſe 0,15, terre calcaire 0,08, ma- » gnéſie 0,06, chaux de fer 0,10.

» La cornéène, ou pierre de corne, a les » plus grands rapports avec le trapp, dont elle » ne diffère que parce qu'elle contient un peu » plus de terre argileuſe & de magnéſie, & » moins de terre quartzeuſe. Elle a donc pu » être produite, comme le trapp, par la criſ- » talliſation confuſe des élémens du granit.

2°. » Lorſque la criſtalliſation ſera plus » lente, ſans avoir néanmoins tout le tems » néceſſaire pour que toutes ces matières dif- » férentes criſtalliſent chacune régulièrement, » il ne criſtalliſera que les ſubſtances qui exi- » gent le plus d'eau de criſtalliſation, & nous » aurons le porphyre.

» Il paroît que c'eſt le feld-ſpath à qui il » faut le plus d'eau de criſtalliſation ; c'eſt pour- » quoi il criſtalliſe le premier.

» On a demandé comment ces criſtaux de » feld-ſpath ſe trouvoient en partie noyés dans » la pâte du porphyre ?

» Il faut bien qu'ils aient été formés avant » que cette pâte ait pris de la conſiſtance : de » même que les criſtaux de ſel marin ſe for- » ment avant que le nitre qui les enveloppe » criſtalliſe confuſément.

» Il ſeroit ſans doute difficile de déterminer » tous les phénomènes de la criſtalliſation,

» Mais il eſt certain qu'il faut que les criſtaux » de feld-ſpath ſe trouvent englobés dans la » pâte du porphyre, comme les cubes du ſel » marin ſe trouvent enfermés dans la criſtalliſa- » tion confuſe du nitre.

» La pâte du porphyre contient les mêmes » élémens que le mica, la tourmaline, & le » quartz. C'eſt ce que prouve l'analyſe de cette » pâte. On en retire environ, terre quartzeuſe » 0,70, terre argileuſe 0,15, terre calcaire » 0,03, magnéſie 0,10, chaux de fer 0,02. » Cette magnéſie eſt fournie par le mica.

3°. » Si la criſtalliſation a été encore un peu » plus lente, on aura, avec les criſtaux de » feld-ſpath, des criſtaux de tourmaline ou » ſchorl.

» Il y a des porphyres qui, avec les criſtaux » de feld-ſpath, contiennent quelques petits » criſtaux de tourmaline.

» En général, les volumes de ces criſtaux » de feld-ſpath & de tourmaline dépendront » de la lenteur de la criſtalliſation du porphyre. » Dans le rouge, les criſtaux de feld-ſpath ſont » ordinairement petits ; ce qui annonce une » criſtalliſation moins lente que dans le por- » phyre vert ou ophite, dont les criſtaux de » feld-ſpath ſont d'un aſſez grand volume.

4°. » Si la criſtalliſation s'opère encore plus

» lentement, on aura une ſubſtance dont tous » les criſtaux ſeront réguliers & diſtincts ; » ſavoir :

» Des criſtaux de feld-ſpath.
» Des criſtaux de tourmaline.
» Des criſtaux de mica.
» Des criſtaux de quartz.

» Mais il faut que le quartz criſtalliſe avec » beaucoup de difficulté : car ordinairement il » n'eſt pas criſtalliſé dans les granits & knéis. » J'en ai cependant vu quelquefois de criſtalliſé » dans ces pierres mêmes.

» Néanmoins on ne trouve ordinairement » le quartz criſtalliſé que dans des géodes. Il a » pour lors ſa forme régulière ».

Le knéis eſt un granit feuilleté, dans lequel la partie micacée domine. Par conſéquent il contient beaucoup de magnéſie. Il y a auſſi beaucoup de quartz. Le feld-ſpath s'y trouve rarement, & en petite quantité, ainſi que les tourmalines. La quantité de magnéſie a gêné la criſtalliſation, & lui a donné le caractère de feuilleté.

« Ce que nous venons de dire des quatre » élémens principaux des granits, doit s'ap- » pliquer aux autres ſubſtances qu'on y trouve » quelquefois, telles que le grenat, l'hya-

» cinthe, l'éméraude, le corrindon, l'asbeſte, » l'amianthe . . . .

» Cette théorie ſimple de la formation des » granits & des porphyres explique pourquoi » on les trouve ordinairement dans les mêmes » lieux, & ſouvent confondus. C'eſt qu'ils ne » diffèrent qu'en ce que dans l'un la criſtalliſation » a été un peu plus lente, & plus accélérée dans » l'autre.

» On conçoit en même tems que puiſque » les granits ne contiennent pas tous les mêmes » élémens; puiſque les uns ſont compoſés de » quartz & de tourmaline, les autres de tour- » maline & de feld-ſpath, de quatrièmes de » quartz & de feld-ſpath, d'autres de quartz & » de mica . . . la pâte des porphyres doit égale- » ment varier.

» Le trapp eſt beaucoup moins commun que » le porphyre; ce qui annonce que rarement la » criſtalliſation a été aſſez précipitée pour donner » le trapp ».

On trouve quelquefois dans du trapp des criſtaux très-petits de feld-ſpath, ce qui indique qu'il paſſe déjà à l'état de porphyre.

Les trapps varieront comme les porphyres, puiſque les granits, dont ils ſont formés, peuvent varier, comme ceux qui compoſent les porphyres.

Il pourra y avoir par conſéquent des trapps verdâtres, rougeâtres....

La cornéène ne diffère du trapp qu'en ce qu'elle eſt plus tendre, donne l'odeur terreuſe lorſqu'on ſouffle deſſus, a le grain plus fin, & contient plus de magnéſie. On y obſerve auſſi quelquefois des petits criſtaux de feld-ſpath, mais très-rarement.

La cornéène peut donc être regardée comme un trapp qui contiendroit moins de terre quartzeuſe que le trapp ordinaire, & une plus grande quantité des autres terres, l'argileuſe, la magnéſie, & la chaux de fer. On pourroit par conſéquent dire qu'elle eſt le réſultat de la criſtalliſation confuſe d'un granit qui contiendroit peu de quartz, mais plus de mica : tel eſt, par exemple, le knéis.

Le pétro-ſilex a encore les plus grands rapports avec le trapp & la cornéène; il contient plus de terre quartzeuſe, & moins de terre argileuſe & de magnéſie. On pourroit par conſéquent le regarder comme une criſtalliſation confuſe d'un granit qui contenoit beaucoup de quartz, & point de mica, ou au moins une très-petite quantité.

§. CLX. Réſumons tout ce que nous venons de dire ſur la formation de ces ſix ſubſtances, qui ne ſont que différentes manières

Cependant c'eſt la ſubſtance qui a le plus de rapport avec cette pâte.

Le pétro-ſilex a la caſſure concoïde, l'aſpect de la cire caſſée, eſt preſque demi-tranſparent.

On pourroit peut-être en conclure qu'il faudroit claſſer le trapp, la cornéène & le pétro-ſilex au rang des porphyres.

Mais il faudroit donc auſſi y mettre toutes les autres pierres que j'ai appelées *pierres homogènes*, compoſées de pluſieurs terres, telles que les asbeſtoïdes, asbeſtes, amianthe, ſerpentines...

Je penſe qu'il faut laiſſer dans cette diviſion toutes celles de ces pierres, dans leſquelles on n'apperçoit point de feld-ſpath.

Et on rangera parmi les porphyres toutes celles qui préſentent des criſtaux de feld-ſpath bien prononcés.

Au reſte, on ſait que, dans toutes les productions de la nature, il y a de ces tranſitions inſenſibles.

§. CLXI. La ſuite néceſſaire de ce que nous venons de dire, eſt que les eaux, dans leſquelles s'eſt formée la maſſe du globe & ont criſtalliſé les granits, les porphyres, & les knéis, tenoient en diſſolution toutes les ſubſtances qu'on retrouve dans les pierres compoſées ;

poſées; ſavoir, quartz, feld-ſpath, mica, tourmaline, grenat, hyacinthe...

Lorſque la criſtalliſation aura été lente & tranquille, toutes ces ſubſtances ſe feront ſéparées de la maſſe, & auront formé des criſtaux diſtincts.

Mais lorſque la criſtalliſation aura été trop précipitée, elles n'auront pas eu le tems de ſe ſéparer, & ſeront demeurées confondues dans la maſſe. Il pourra y avoir telle pâte de porphyre, tel granit, tel knéis, ou toute autre ſubſtance qui contienne des grenats, de l'hyacinthe, de la topaze .... en maſſe, & non criſtalliſée.

Les différens élémens des pierres compoſées, ſavoir, les quartz, les tourmalines, les micas & les feld-ſpaths, exiſtoient donc avant la formation des granits, des porphyres & des knéis.

§. CLXII. Mais doit-on dire que dans le moment qui a précédé la criſtalliſation des granits, c'eſt-à-dire, celle du globe, toutes les pierres quartzeuſes, toutes les différentes eſpèces de gemmes, tous les ſchorls, toutes les pierres magnéſiennes, toutes les pierres argileuſes, toutes les ſubſtances métalliques & leurs minéraliſateurs, enfin toutes les ſubſtances que nous retrouvons dans ces terreins

primitifs, fuſſent exiſtans dans la maſſe générale des eaux ?

Qu'en tels endroits elles ont criſtalliſé ſéparément, & en criſtaux diſtincts, parce que le repos & les autres circonſtances l'ont permis ?

Qu'ailleurs elles ſont demeurées confondues dans la maſſe des granits & des porphyres, parce que le défaut des circonſtances ne leur a pas permis de criſtalliſer ſéparément ?

Voici comme je conçois la choſe.

Lors de la grande criſtalliſation du globe, les terres primitives & leurs diſſolvans, les chaux métalliques, ainſi que leurs minéraliſateurs, étoient diſſous dans la maſſe des eaux.

Les terres, & quelques chaux métalliques, ſe ſont réunies & combinées pour former les quartz, les feld-ſpaths, les micas & les tourmalines.

Ces quatre ſubſtances ſe ſont combinées entr'elles pour former les granits & les porphyres de la manière dont nous l'avons expliqué.

Ces granits & porphyres ſe ſont dépoſés lentement & ſucceſſivement, ſuivant les loix de la criſtalliſation.

Ailleurs, elles ont formé les knéis.

Lorſque ces quatre ſubſtances, ou ſeulement trois, ou même deux, ont criſtalliſé confuſé-

ment, elles ont formé les pétro-ſilex, les trapps & les pierres de corne.

Mais dans des endroits qui jouiſſoient d'un grand repos, des circonſtances locales ont favoriſé des combinaiſons particulières de ces terres : d'où ſont réſultées ces combinaiſons, qui ont formé les ſchorls, les gemmes, les pierres quartzeuſes, les pierres magnéſiennes, les pierres argileuſes.

Les fours à criſtaux en offrent une preuve. Ce ſont de petites cavités, dans leſquelles il devoit y avoir grand repos. On y trouve le quartz criſtalliſé, des aiguilles de ſchorl, du ſchorl rouge, des filets d'amianthe, de la ſtéatite criſtalliſée en écailles, des ſpaths calcaires . . .

C'eſt dans de pareilles cavités, ou au moins dans des lieux tranquilles, que les élémens de toutes ces ſubſtances particulières ſe ſont réunies, & ont formé des criſtaux plus ou moins volumineux.

Et ce qui confirme que c'eſt le procédé de la nature pour former ces ſubſtances, c'eſt qu'il demeure toujours une portion de ces ſubſtances, confondue avec la maſſe qui les enveloppe. Le plus ſouvent la gangue ou matrice de ces pierres en contient une portion diſſéminée entre ſes propres molécules.

J'ai des granits qui contiennent des grenats très-diſtincts & criſtalliſés. La maſſe même du granit eſt imprégnée d'une pâte de grenat, qui n'a pas eu le tems de ſe ſéparer, & de ſe former en criſtaux diſtincts.

J'ai un morceau du Saint-Gothard, ſur lequel ſont de beaux criſtaux d'adulaire, & d'un ſchorl vert, qui criſtalliſe à-peu-près comme le ſchorl violet. Le morceau eſt tout imprégné de la matière de ce ſchorl & de l'adulaire.

J'ai des topazes de Sibérie criſtalliſées avec des quartz bruns criſtalliſés en belles aiguilles. Toute la maſſe, ſur laquelle repoſent ces criſtaux, eſt imprégnée de la ſubſtance de la topaze. Ces morceaux prouvent, 1°. que ces criſtalliſations ſe ſont faites dans une géode; 2°. qu'une partie de la topaze n'a pas eu le tems de ſe ſéparer de la maſſe.

La ſubſtance dans laquelle ſe trouve la topaze de Saxe, ou ſa gangue, offre le même phénomène. Elle eſt toujours imprégnée de la ſubſtance même de la topaze, & a beaucoup d'éclat.

L'aigue-marine de Sibérie, l'émeraude du Pérou, le péridot... offrent les mêmes phénomènes.

On peut même établir comme une vérité générale, qui néanmoins a quelques excep-

tions, que les matrices ou gangues qui renferment des pierres particulières, ou des ſubſtances métalliques, ſont toutes plus ou moins imprégnées de la matière de ces ſubſtances, dont une partie n'a pas pu ſe ſéparer de la gangue, tandis que l'autre en eſt ſéparée, & a criſtalliſé diſtinctement, ſoit d'une manière régulière, ſoit d'une manière confuſe.

On en doit donc conclure qu'en général toutes ces pierres particulières, ces gemmes, ces ſchorls, ces pierres quartzeuſes, ces pierres magnéſiennes, ces pierres argileuſes, n'ont point exiſté confondues dans la maſſe totale des granits primitifs. Il ne faut les regarder que comme des productions particulières, qui ſe ſont formées çà & là par des circonſtances locales, ſur-tout dans des lieux tranquilles. Je dis en général, parce qu'il peut y avoir des exceptions. On trouve des hyacinthes & quelques autres gemmes dans la ſubſtance même des granits primitifs.

Mais ordinairement ces ſubſtances ſe rencontrent dans des gangues particulières, & abſolument différentes des granits ou porphyres primitifs, comme nous venons de le voir pour les topazes de Saxe, de Sibérie, l'aigue-marine, l'émeraude...

On pourroit même dire qu'elles ſont, le

plus ſouvent, des productions poſtérieures aux grandes criſtalliſations primitives. Car on les trouve plus particulièrement dans les knéis ou terreins ſecondaires primitifs, que dans les vrais granits.

La gangue des gemmes eſt ſouvent un guhr ferrugineux.

Le diamant ſe trouve dans des terres ferrugineuſes.

L'aigue-marine de Sibérie dans des argiles ferrugineuſes.

Le péridot dans une argile ferrugineuſe.

Il ſeroit cependant poſſible qu'étant plus ſolubles que les élémens des granits primitifs, ces ſubſtances particulières fuſſent demeurées dans les eaux-mères de ces criſtalliſations, comme y ſont demeurés les élémens des knéis & les matières qui ont formé des filons métalliques, & que par conſéquent elles fuſſent formées dès ces tems-là. Mais il eſt vraiſemblable que la plupart de celles qui ſe trouvent dans les knéis ont été formées lors de la criſtalliſation de ces knéis dans des lieux tranquilles, & par des combinaiſons particulières des différentes terres.

Mais peut-il encore ſe former maintenant des gemmes, des ſchorls, des pierres magnéſiennes...?

Il eſt certain qu'il ſe forme journellement des ſilex, des agates, des hydrophanes, des opales..

Nous voyons auſſi ſe produire la zéolite dans les pierres volcaniques.

Il paroît auſſi que les volcanites ou ſchorls des volcans, que les hyacinthes, les olivins ou chryſolites des volcans .... s'y produiſent journellement...

Il ſeroit de même très-poſſible que, dans des circonſtances favorables, d'autres gemmes, d'autres ſchorls . . . ſe produiſiſſent journellement: & je ne doute pas que cela n'ait lieu très-ſouvent.

On répondra, il eſt vrai, que les molécules de ces ſubſtances exiſtoient déjà dans la maſſe, & qu'elles ne font que de ſe réunir.

Cela peut être quelquefois. Mais très-certainement ces molécules elles-mêmes ſe forment, le plus ſouvent, par de nouvelles combinaiſons, comme nous voyons ſe former chaque jour les autres ſubſtances minérales.

§. CLXIII. Pour jeter plus de jour ſur cette matière, examinons ce qui ſe paſſe dans la production des ſels que nous connoiſſons mieux.

Nous avons vu ſe former dans les nitrières un certain nombre de ſels différens: & il ne

s'en forme jamais d'autres. Les principes qui entrent dans leur compoſition ſont :

1°. L'air pur.

2°. L'air phlogiſtiqué.

3°. L'air inflammable.

4°. La matière de la chaleur.

5°. L'eau.

6°. Peut-être le fluide électrique, le fluide magnétique, le fluide lumineux.

7°. Peut-être quelques terres.

Nous voyons également ſe former dans la nature différens criſtaux, & il ne s'en forme jamais d'autres. Les principes qu'elle emploie à cette formation ſont :

1°. La terre quartzeuſe.

2°. La terre argileuſe.

3°. La magnéſie.

4°. La terre calcaire.

5°. Vraiſemblablement la matière de la chaleur.

6°. Quelques acides.

7°. Peut-être les fluides électrique, magnétique, lumineux.

8°. Des chaux métalliques & l'air pur.

Tous ces principes diſſous dans la maſſe des eaux & mélangés, ſe ſont combinés de la même manière que ceux qui ſe combinent dans les nitrières pour former les différens

ſels. Il en ſera réſulté les différentes pierres dont nous nous occupons. Pour connoître la manière dont elles ſe ſont réunies & ont formé des maſſes criſtalliſées compoſées de pluſieurs ſubſtances, ſuivons toujours ce qui ſe paſſe dans nos nitrières.

Si on en leſſive les terres, qu'on évapore la leſſive & qu'on faſſe criſtalliſer rapidement, on a un magma ſalin. Mais lorſque l'évaporation ſe fait lentement & que la criſtalliſation n'eſt pas précipitée, chaque ſel criſtalliſe ſéparément & forme des criſtaux plus ou moins diſtincts, en raiſon de la lenteur de la criſtalliſation.

On doit ſuppoſer que la même choſe a lieu dans les grandes criſtalliſations minérales des ſubſtances dont nous parlons. Si la criſtalliſation a été rapide, toutes ces terres ſe réuniſſent & forment des maſſes criſtalliſées confuſément : telles ſont les trapps, les cornéènes, les pétro-ſilex...

Mais ſi les criſtalliſations ſe ſont opérées lentement, les choix d'élection ont le tems de ſe faire: & on a des maſſes compoſées de criſtaux plus ou moins diſtincts, plus ou moins volumineux de ces différentes ſubſtances.

Les quartz ont le tems de criſtalliſer d'un côté.

Les feld-ſpaths criſtalliſent de l'autre.

A côté ſe font les criſtalliſations du mica : Ailleurs celles des tourmalines :

Plus loin, celles des autres pierres des terreins primitifs.

Tel eſt le procédé de la nature pour former les granits, les porphyres, les knéis, les amigdaloïdes.

Enfin il eſt des circonſtances qui ont donné des criſtaux abſolument ſéparés ; tels ſont les pierres précieuſes, les ſchorls, les pierres magnéſiennes.

Tout ce que nous venons de dire ſuppoſe que les différentes terres, les différentes chaux métalliques & autres principes des pierres dont nous parlons, ont été diſſous dans la maſſe des eaux, & ont obéi aux loix des affinités & aux choix d'élections.

Si on demandoit comment avec un auſſi petit nombre de ſubſtances, ſavoir : quatre terres la chaux de fer & quelques autres principes, on peut former une auſſi grande quantité de pierres différentes, ſavoir : une vingtaine d'eſpèces de pierres quartzeuſes ; vingt une gemmes, douze ſchorls, une douzaine de pierres magnéſiennes & pluſieurs pierres argileuſes.... je répondrai qu'avec un auſſi petit nombre de principes, la nature forme bien encore une plus grande quantité de ſels, ſavoir : les

trois alkalis, & un nombre d'acides que nous ne connoiſſons pas encore tous.

§. CLXIV. Mais les mêmes élemens qui forment les granits, les porphyres, ou plutôt les criſtaux dont ils ſont compoſés, peuvent-ils former les autres criſtaux qui s'y rencontrent quelquefois, tels que les gemmes, les ſchorls, les pierres magnéſiennes, les pierres argileuſes ?

Les analyſes que nous avons de toutes ces pierres nous font voir qu'elles ſont compoſées des mêmes principes, ſavoir : les différentes terres & les chaux de fer qui y ſont ſeulement en quantités différentes.

Suppoſons réunies & diſſoutes des terres quartzeuſe, argileuſe, magnéſienne & calcaire, avec de la chaux de fer, & que toutes ces ſubſtances ſoient dans les circonſtances néceſſaires à leur criſtalliſation.

Elles s'uniront & ſe combineront pour former des molécules de telle ſubſtance, par exemple, de feld-ſpath, plutôt que de telle autre, par exemple, de tourmaline : comme les airs dans les nitrières formeront plutôt tel acide, l'acide nitreux, par exemple, que l'acide marin. Cet acide nitreux n'exiſte pas dans ces airs, pas plus que l'acide marin. Ils ſont donc formés l'un & l'autre. Mais l'acide

nitreux eſt toujours formé en beaucoup plus grande quantité que l'acide marin.

De même le feld-ſpath ni la tourmaline n'exiſtent pas dans ces terres, mais ils s'y forment.

Il en eſt de même de toutes les autres pierres que nous pouvons ſuppoſer ſe former dans cette maſſe de terres que nous avons ſuppoſées réunies. Il pourra s'y former du grenat, des gemmes, des ſchorls, des pierres magnéſiennes... ſuivant les circonſtances, comme dans nos nitrières il ſe forme de l'acide nitreux, de l'acide marin, du natron, de la potaſſe... car ces ſubſtances n'y exiſtoient pas.

Il ne nous eſt pas poſſible de dire pourquoi il ſe forme plus d'acide nitreux que d'acide marin, plus de potaſſe que de natron...

Nous ne pouvons pas dire davantage pourquoi il ſe forme dans les granits, plus de feld-ſpath que de grenat, plus de grenat que de ſaphir... cela tient à des cauſes qui ne nous ſont pas encore connues, à des affinités plus grandes entre telles & telles terres.

L'acide boracique ne ſe forme que dans des circonſtances rares.

Le diamant ne ſe forme également que dans des circonſtances rares, ainſi que les autres gemmes.

Tous ces acides, tous ces alkalis ſont des productions nouvelles.

Tous ces criſtaux particuliers ſont vraiſemblablement des productions nouvelles. Nous avons vu que chez les êtres organiſés, il ſe produit journellement différentes terres, différentes ſubſtances métalliques, du ſoufre, du phoſphore...

Enfin la marche de la nature eſt la même dans la production de toutes ces ſubſtances, ſoit ſalines, ſoit minérales.

Je me ſuis ſervi de la comparaiſon des ſubſtances ſalines, parce qu'on n'a aucun doute aujourd'hui qu'elles ne ſe forment journellement par le concours des différens airs : d'où on doit conclure que celles qui ont été produites primitivement l'ont été par les mêmes moyens.

On ne doit pas plus douter que la formation des différentes eſpèces de pierres dont nous parlons, n'ait été faite primitivement par le concours des terres & des chaux métalliques : mais il ſe forme chaque jour de nouvelles combinaiſons pierreuſes, comme il ſe forme de nouvelles combinaiſons ſalines.

Si on me demandoit pourquoi tel granit contient des ſaphirs, & pourquoi tel autre n'en contient pas ?

Je demanderai auſſi pourquoi il exiſte du natron, par exemple, dans tel endroit, & qu'il n'en exiſte point dans tel autre.

Toutes ces combinaiſons ſont des effets des affinités & des choix d'élections; nous ſavons que ces effets exiſtent; mais nous ne pouvons pas dire pourquoi ils exiſtent là, plutôt qu'ailleurs.

Tous ces effets tiennent à des circonſtances locales, dont il n'eſt pas encore poſſible de rendre raiſon dans l'état où ſont nos connoiſſances.

DES PIERRES VOLCANIQUES.

§. CLXV. Ces ſortes de pierres n'ont point été criſtalliſées dans l'eau. Elles ſont un produit du feu à qui elles doivent leur dureté, comme le verre, les ſcories, les frittes. Mais elles n'en ont pas toutes éprouvé la même action: ce qui néceſſite à en faire pluſieurs claſſes.

La première comprendra celles qui ont été réduites en verre.

La ſeconde comprendra celles qui n'ont éprouvé qu'une demi-vitrification: telles ſont les pierres ponces.

La troiſième comprendra celles qui ſont encore moins altérées : telles ſont,

La lave poreuſe bourſouflée ;

La lave compacte noirâtre ou baſalte.

La quatrième claſſe renfermera les pierres qui ont éprouvé l'action du feu ſans être dénaturées à un certain point.

La cinquième claſſe contiendra les pierres étrangères qui ſont enveloppées dans les ſubſtances volcaniques.

DES VERRES VOLCANIQUES.

§. CLXVI. Le verre volcanique eſt compoſé des matières qui ont été réduites au véritable état de verre par l'action de la chaleur du volcan. Ce verre eſt le plus ſouvent noir & reſſemble au laitier, que donnent certaines mines de fer fondues : ce qui prouve que les ſubſtances dont eſt compoſé ce verre, ſont des mines ferrugineuſes : tels ſont la plupart des ſchiſtes ferrugineux, qui recouvrent des mines de charbon. Ce verre noir s'appelle au Pérou, pierre obſidienne, pierre gallinace. On l'a pris ſouvent en Iſlande pour des agates noires.

On trouve, dans les volcans des îles Bourbon, un verre brunâtre, en filets aſſez longs & très-déliés. Hubert prétend que ce verre eſt formé de la matière qui eſt à la partie ſupérieure de la voûte du volcan, laquelle déjà très-chauffée

retombe dans le centre du foyer & ſe réduit en verre.

DES PIERRES VOLCANIQUES QUI N'ONT ÉPROUVÉ QU'UNE DEMI-VITRIFICATION.

§. CLXVII. La plus grande partie des pierres volcaniques n'a pas éprouvé une véritable vitrification & n'eſt qu'une eſpèce de fritte. On diſtingue différens degrés dans cette opération.

Les pierres-ponces ſont celles dont la demi-vitrification eſt la plus avancée. Elles ſont compoſées de fibres, ou fils preſque entièrement vitrifiés, mais éloignés les uns des autres : ce qui rend cette ſubſtance très-poreuſe. Elle eſt aſſez rare. Celle du commerce vient preſque toute des îles Lipari.

DES LAVES.

§. CLXVIII. Mais les laves ſont le produit principal des feux ſouterreins & compoſent la plus grande partie des pierres volcaniques : elles ſont de deux eſpèces, poreuſes, ou compactes.

1°. Les laves poreuſes reſſemblent à des ſcories ferrugineuſes. Elles ſont dures, noirâtres, caſſantes, ſonores, font mouvoir le barreau aimanté. Expoſées à l'air, elles prennent une

une croûte ferrugineuſe. Elles ſont remplies de vides plus ou moins conſidérables. A Volvic, on trouve une lave du Puy-de-Dôme, dont quelques morceaux n'ont que des trous aſſez petits, tandis que dans d'autres, ces cavités ſont de pluſieurs pouces, & même de quelques pieds.

Ces laves poreuſes ont certainement été fondues & très-altérées par le feu. Néanmoins elles n'ont point l'aſpect vitreux proprement dit, pas plus que les ſcories. Elles ſont ſonores, caſſantes...

Enfin elles ont toutes les propriétés de ce qu'on appelle une fritte.

2°. La lave compacte ne préſente point de vides au moins ſenſibles. C'eſt une ſubſtance homogène, dure, ſonore, noirâtre, ferrugineuſe, qui fait mouvoir le barreau aimanté.

Elle eſt fragile & caſſe preſque comme le verre. On allume un feu léger auprès des plus gros priſmes. Dès qu'ils ſont un peu échauffés, on les arroſe avec de l'eau froide, & ils ſe briſent auſſi-tôt.

Leur caſſure eſt terne. On y diſtingue un grain très-fin, qui, ſans être vitreux, eſt cependant différent de celui des pierres formées par l'eau. On y apperçoit aſſez ſouvent de petites ſouffures ou vides, dans leſquelles il ſe

trouve quelquefois une matière terreuſe. Enfin elle ne diffère de la lave poreuſe, que parce qu'elle n'a pas de vides ou ſoufflures auſſi conſidérables.

Elle eſt plus compacte que les pierres communes. Car ſa peſanteur ſpécifique eſt depuis 3000 juſqu'à 3500.

3°. Le RAPILLO. Les Italiens appellent ainſi une pierre volcanique en petite maſſe qui eſt rejetée par le volcan.

4°. CENDRE VOLCANIQUE. Si ce rapillo eſt encore plus petit, il ſe rapproche de la forme des cendres, & il prend le nom de cendre volcanique.

5°. POUZZOLANE. Cette ſubſtance n'eſt autre choſe que la cendre volcanique qui n'a point été aſſez chauffée pour s'agglutiner & former une maſſe ſolide.

La plupart des pouzzolanes ont été altérées par l'air & paſſent à l'état argileux.

La nature de la lave poreuſe & de la lave compacte paroît indiquer qu'elles ſont formées par des matières ſchiſteuſes, argileuſes & ferrugineuſes, qui ont été plus ou moins altérées par le feu. Celle de la pouzzolane confirme ces apperçus. On ſait qu'on fait de la pouzzolane factice en chauffant des matières argilo-ferrugineuſes.

Tous les ſchiſtes ferrugineux, pouſſés à un grand degré de feu, donnent des frittes dures, ſonores, caſſantes, noirâtres, agiſſant ſur l'aiguille aimantée, & plus ou moins poreuſes & ſpongieuſes. Néanmoins, lorſque ces ſubſtances ont été chauffées très-long-tems, elles entrent dans une fuſion plus parfaite, les fluides élaſtiques ſe diſſipent, & on obtient une matière plus homogène, plus ſolide & moins poreuſe. C'eſt ce qui conſtitue les laves compactes. Elles compoſent les grandes maſſes des courans de laves.

La lave poreuſe ſe trouve plus volontiers à la ſurface de la lave compacte.

La même choſe a lieu dans la fuſion des grandes maſſes métalliques. Les parties ſupérieures ſont remplies de *ſoufflures* produites par le dégagement des fluides élaſtiques contenus dans les chaux métalliques & autres ſubſtances qu'on emploie. Les parties, au contraire, qui ſont au centre de la maſſe, ſont plus compactes, parce que les fluides élaſtiques s'en ſont dégagés. C'eſt ce qu'obſervent journellement ceux qui fondent les canons, les tables pour couler les glaces....

DES PIERRES VOLCANIQUES QUI ONT SUBI UN RAMOLLISSEMENT PATEUX.

§. CLXIX. Dolomieu dit avoir ramaſſé dans des courans de matières volcaniques, des pierres qui n'ont nullement été altérées par l'action du feu. D'où il conclut qu'elles n'ont ſubi qu'un ſimple ramolliſſement pâteux ſans avoir éprouvé de vitrification (1). Il en a fait quatre claſſes.

1°. « Les unes ſont des laves compactes » qui ont pour baſes des pierres de corne, » des trapps & des ſchorls en maſſe (2).

2°. « Les ſecondes ſont des laves com- » pactes dont la baſe eſt de pétro-ſilex.

3°. « Les troiſièmes ſont des laves com- » pactes qui ont pour baſes des feld-ſpaths, » Il les appelle laves granitiques.

4°. « La quatrième eſpèce eſt celle qui a » pour baſe le grenat; il les appelle laves » granatiques.

---

(1) Journal de Phyſique, 1794.

(2) J'ai exclu cette expreſſion, *ſchorl en maſſe*, parce qu'elle eſt équivoque. De quel ſchorl s'agit-il ?

Ce que les Naturaliſtes appellent ordinairement *ſchorl en maſſe*, eſt une *cornéène* ou un *trapp*. Il faut donc ſubſtituer ces noms à celui de *ſchorl en maſſe*.

» Toutes ces laves, ajoute ce naturaliſte, » ont conſervé leur premier aſpect, des pierres » dont elles ſont formées, au point qu'on » ne pourroit ſoupçonner qu'elles ont ſubi » l'action du feu, ſi on ne les prenoit dans » des courans de laves ».

Il me paroît plus probable de dire : 1°. que ces eſpèces de laves n'ont été que chauffées, ſans avoir coulé. Car, comment concevoir que des grenats, des feld-ſpaths, des pétroſilex, tous extrêmement fuſibles, des cornéènes & des trapps qui fondent également avec facilité, aient coulé par l'action de la chaleur, ſans que leur contexture ait été altérée? Un *ramolliſſement pâteux* ou autre, dès qu'il a été opéré par la chaleur, doit avoir enlevé une partie de l'eau de criſtalliſation, & par conſéquent avoir altéré le *facies* de ces pierres.

2°. Si ces eſpèces de laves ont la même peſanteur ſpécifique que les autres laves, ſavoir : de 3000 à 3500, elles ont néceſſairement été condenſées par l'action du feu. Leurs parties ont été rapprochées. Dès-lors, leur contexture a été dérangée.

3°. Leur fragilité annonce de même leur altération.

On ne pourroit, par conſéquent, expliquer ce phénomène, qu'en diſant qu'il eſt tombé

dans le foyer du volcan, ou dans la lave coulante, des portions de ces différentes ſubſtances, grenats, feld-ſpaths, pétro-ſilex, cornéènes & trapps, ainſi que des ſerpentines, des asbeſtes, des asbeſtoïdes, des granits, des porphyres, que la chaleur n'a pas été conſidérable pour les réduire en fuſion, & qu'elles ont été ſimplement enveloppées par la matière incandeſcente. Elles auront cependant ſubi une altération quelconque, mais pas aſſez conſidérable pour les rendre méconnoiſſables.

Il faut donc dire que la plus grande partie des laves compactes & priſmatiques eſt de la même nature que la lave poreuſe & bourſouflée, qui eſt ordinairement ſuperpoſée ſur la compacte. Or, cette lave poreuſe eſt certainement une ſcorie des ſchiſtes ferrugineux. La lave compacte ne ſera donc que cette même lave poreuſe, dont les fluides élaſtiques ſe ſont diſſipés & lui ont permis de faire un corps compacte. Cette lave poreuſe n'a pas plus l'aſpect vitreux que la lave compacte; & tout ce que l'on dira de l'une, on le dira de l'autre, à l'exception des ſoufflures.

Mais comment expliquer cette reſſemblance de ces laves avec les trapps & les autres ſubſtances criſtalliſées par les eaux?

Dolomieu a préſenté lui-même un fait qui

pourroit ſervir à cette explication. Les laves compactes, dit-il, dont on ſe ſert pour les pavés, ſont trop caſſantes. Pour empêcher qu'elles ne ſe briſent ſi facilement, on les trempe dans l'eau, ce qui leur ôte de leur rigidité. Il faut donc que l'eau les pénètre. Elle diſſout une portion terreuſe analogue à la pouzzolane qui remplit les petites ſoufflures imperceptibles. C'eſt vraiſemblablement à cette eau, qui ſe combine, & à cette eſpèce de pouzzolane diſſoute, qu'eſt dû ce ramolliſſement qui lui ôte ſa fragilité; cette même eau donnera à la lave l'aſpect des pierres qui n'ont pas éprouvé l'action du feu.

Je penſe donc que c'eſt l'eau & l'air humide qui altèrent ces laves, leur ôtent cet aſpect propre à ces pierres, & les rapprochent plus ou moins des pierres formées par l'eau.

DE LA LAVE PRISMATIQUE OU BASALTE.

§. CLXX. Une grande partie des laves compactes affecte, dans certaines circonſtances, une forme priſmatique. C'eſt ce qu'on appelle *les chauſſées des géants*. Ces colonnes priſmatiques ont trois, quatre, cinq, ſix, ſept, huit, & quelquefois neuf angles. Elles ſe trouvent, le plus ſouvent, par milliers. Une des plus belles chauſſées qu'on connoiſſe, eſt celle de

la grotte Fingal, dans l'île de Staffa. Il y a des priſmes qui ont juſqu'à quatre pieds & demi de diamètre, & ſoixante-ſix pieds de hauteur, dit Faujas; & ces priſmes y ſont dans un nombre incalculable. La plupart des volcans éteints préſentent cette multitude de colonnes priſmatiques, comme on le voit dans les Cévennes, au Mondor, à Bonn, à Andernach...

Il s'eſt élevé parmi les naturaliſtes une grande queſtion ſur la nature de ces balſates priſmatiques.

Sont-ils criſtalliſés par le feu?

Sont-ils criſtalliſés par l'eau?

La plus grande partie des minéralogiſtes avoit regardé la lave compacte, ou baſalte priſmatique, comme un produit du feu. La figure priſmatique étoit due, diſoient-ils, à une retraite opérée par le refroidiſſement de la matière incandeſcente.

Pluſieurs autres naturaliſtes ont adopté une opinion différente. Ils ont diſtingué deux eſpèces de laves.

La lave incandeſcente.

La lave boueuſe.

La première eſt celle qui coule du cratère volcanique, & forme la lave compacte en maſſe.

La lave boueuſe n'a point été, ſuivant eux, une lave coulante, mais plutôt une eſpèce de cendre volcanique ou pouzzolane. L'eau, ſoit celle des mers, ou toute autre, l'attaque, la diſſout en partie, & la dépoſe en maſſe. C'eſt, ajoutent-ils, dans cet état qu'elle lui fait prendre la forme priſmatique.

Cette opinion a été embraſſée par Bergman & pluſieurs célèbres minéralogiſtes d'Allemagne, qu'on appelle en conſéquence *neptuniens*. Ils apportent en preuve de leurs aſſertions, qu'on a vu des priſmes de baſaltes qui repoſent immédiatement ſur des charbons & d'autres matières très-combuſtibles. Or, diſent-ils, ſi ces priſmes avoient été formés de laves incandeſcentes, les matières combuſtibles auroient été brûlées, conſumées, ou altérées, ſuivant le degré de l'intenſité de la chaleur.

Cependant pluſieurs autres minéralogiſtes, non moins inſtruits, & auxquels on a donné le nom de *vulcaniſtes*, perſiſtent à regarder les priſmes de baſaltes comme formés par la lave incandéſcente. Ils penſent que c'eſt dans l'inſtant où cette lave ſe précipite dans l'eau, qu'elle affecte la forme priſmatique, par une retraite prompte & ſubite. La lave de l'Etna, qui, dans l'éruption de 1669, a traverſé la

ville de Catane, & s'eſt jetée dans la mer, y a criſtalliſé en priſmes.

S'il m'étoit permis d'avoir une opinion entre des ſavans auſſi diſtingués, je dirai que les priſmes balſatiques ſont une véritable criſtalliſation de la lave incandeſcente. Cette lave, en ſe refroidiſſant lentement, n'affecte point de forme régulière. De même que, lorſqu'une grande maſſe de métal fondu ſe refroidit lentement, elle n'affecte point de forme régulière; parce que, dans ce cas, la maſſe ſe rapproche inſenſiblement, & ne laiſſe point de vide où puiſſe s'opérer la criſtalliſation.

Mais lorſqu'un froid ſubit ſaiſit la maſſe, une partie ſe condenſe promptement, il s'y forme des vides, & la criſtalliſation s'y opère. Dans toutes les ſoufflures des grandes maſſes métalliques fondues, il ſe forme des criſtaux: & c'eſt le même procédé qu'on emploie pour faire criſtalliſer les métaux. Lorſqu'on veut avoir des criſtaux de biſmuth, par exemple, on fait fondre une certaine quantité de ce métal dans un creuſet. Quand la maſſe eſt en parfaite fuſion, on retire le creuſet du feu, & on obſerve l'inſtant où le métal ſe fige à la ſurface; on ouvre le creuſet par le fond, & on fait couler lentement le métal. Lorſqu'il eſt tout coulé, on trouve l'intérieur du creuſet,

& le deſſous de cette ſurface, qui s'eſt refroidie la première, remplis de criſtaux métalliques. La même choſe a lieu pour l'antimoine & les autres métaux.

Mais ſi on laiſſe refroidir lentement toute la maſſe fondue, on n'obtient point de criſtaux.

Le même phénomène s'obſerve pour les ſcories de verre, & celles des mines de fer qui criſtalliſent (§. XIII). Ces criſtaux ne ſe forment que dans des vides : & ces vides ne s'obtiennent que par un refroidiſſement ſubit de la maſſe, ou en verſant par inclinaiſon une partie de la matière fondue.

Je crois donc que l'eau produit le même effet ſur la lave incandeſcente. La partie extérieure qui touche l'eau prend de la conſiſtance. Tout l'intérieur de la maſſe eſt encore rouge de chaleur, & par conſéquent plus ou moins dilaté. Mais il ſe refroidit bientôt. Dès-lors, il ſe contracte. Il ſe forme un vide, & la criſtalliſation s'opère comme dans les matières métalliques.

Je dis la *criſtalliſation* ; car je regarde ces priſmes comme de véritables criſtaux. Ils ont la régularité & le poli des criſtaux. De ſimples retraites mécaniques ne préſentent jamais cette régularité. De l'argile deſſéchée éprouve une

retraite : mais cette retraite eſt irrégulière, comme on le voit dans les ludus Helmontii.

Les priſmes de gypſe qu'on obſerve à Montmartre ſont produits par retraite, & ils n'ont rien de régulier.

Les priſmes de baſaltes au contraire ont la plus grande régularité. L'angle eſt vif . . . . C'eſt donc une véritable criſtalliſation opérée par le feu, comme le ſont celles de verre (§. XIII). Des criſtaux de pluſieurs pieds de diamètre, & de ſoixante à quatre-vingts pieds de hauteur, ne doivent pas plus nous ſurprendre que des criſtaux qui n'ont que quelques lignes. Nous avons vu que, parmi les criſtaux formés par l'eau, quelques-uns, tels que des criſtaux de quartz, des ſpaths calcaires, des fluors . . . ont de grands volumes.

Il eſt des priſmes baſaltiques qui s'emboîtent les uns dans les autres. Des priſmes hexaèdres, d'aigues-marines de Sibérie, criſtalliſés par l'eau, s'emboîtent également.

Quant aux difficultés que font les neptuniens, il me paroît qu'on peut y donner des réponſes ſatisfaiſantes. On trouve, diſent-ils, des priſmes baſaltiques ſur des charbons & autres matières combuſtibles qui auroient dû être conſumées par la lave incandeſcente.

Je réponds, 1°. que la lave, en tombant

dans l'eau, a éprouvé un refroidiſſement aſſez prompt, ſur-tout à ſa partie extérieure; 2°. qu'ici il n'y avoit point de communication avec l'air, & que par conſéquent la combuſtion ne pouvoit s'y opérer que difficilement.

Bergman appuyoit encore ſon opinion ſur la reſſemblance & l'identité preſque parfaite qu'il avoit remarquées entre certaines laves & certains trapps. Or, diſoit-il, on ne ſauroit douter que ces trapps n'aient été produits par une criſtalliſation aqueuſe. Il faut donc conclure que les laves priſmatiques ſont également un produit de l'eau.

Je répondrai à cet illuſtre chimiſte que certaines laves, qui n'ont jamais été dans l'eau, préſentent cette même reſſemblance apparente avec des cornéènes, des trapps, des pétroſilex, comme nous l'avons vu (§. CLXIX). Ainſi, il n'en peut tirer aucune conſéquence en faveur de ſon opinion.

D'ailleurs, par quels agens fera-t-il diſſoudre cette lave dans les eaux de la mer? Et comment ſuppoſera-t-il qu'une mer agitée, comme elle l'eſt toujours dans ces circonſtances, pourra dépoſer des criſtaux de ſoixante à quatre-vingts pieds de hauteur? . . . Il ne me paroît donc pas qu'on puiſſe ſoutenir cette opinion.

DES SUBSTANCES ÉTRANGÈRES QUI SE TROUVENT DANS LES MATIÈRES VOLCANIQUES.

§. CLXXI. Ces ſubſtances ſont en aſſez grand nombre, & ſans doute nous ne les connoiſſons pas encore toutes. Il faut les diſtinguer en deux claſſes générales : les unes ne ſont point particulières aux volcans; & les autres n'ont encore été obſervées que dans les matières volcaniques.

Les premières ſont au nombre de ſix.

1°. Le feld-ſpath.

2°. Le mica.

3°. Le grenat rouge à douze, vingt-quatre & trente-ſix facettes.

4°. L'hyacinthe commune.

5°. La zéolite commune.

6°. Le ſpath calcaire.

Les ſubſtances que les naturaliſtes n'ont encore trouvées que parmi les productions volcaniques, ſont plus nombreuſes. Ce ſont :

1°. L'OLIVIN, ou chryſolite des volcans.

Sa criſtalliſation me paroît être un priſme hexaèdre, dont je n'ai pu appercevoir diſtinctement la pyramide, que je ſoupçonne avoir trois faces pentagones.

Son éclat eſt foible.

Nous en avons rapporté ailleurs l'analyſe.

2°. SOMMITE. Elle ſe trouve à la Somma, & dans pluſieurs autres volcans.

Sa couleur eſt blanche.

Elle a une demi-tranſparence.

Sa dureté eſt 1150.

Elle fond avec difficulté, & donne un verre poreux.

Sa forme eſt un priſme hexaèdre droit.

Quelquefois il eſt tronqué ſur les bords du ſommet.

D'autres fois les arètes du priſme ſont auſſi tronqués; ce qui le rend dodécaèdre.

3°. HYACINTHE BLANCHE de la Somma, à laquelle il faudra donner un nom particulier, ſi, comme je le crois, elle eſt différente de l'hyacinthe.

C'eſt la troiſième variété des hyacinthes de Romé Deliſle.

Elle eſt blanche, lamelleuſe.

Sa dureté eſt 1300.

Elle fond difficilement.

Sa forme eſt un priſme tétraèdre rectangulaire tronqué ſur les angles; ce qui le rend octogone.

Il eſt terminé par une pyramide tétraèdre coupée à ſon ſommet; ce qui la rend à cinq côtés.

4°. Le LEUCITE, ou grenat blanc à vingt-quatre facettes. Il ne ſe trouve que dans les volcans.

Ces quatre ſubſtances me paroiſſent devoir être rangées parmi les gemmes.

5°. La ZÉOLITE, que Dolomieu a trouvée à l'Etna, & qu'il appelle dure,

Tranſparente.

Elle a de l'éclat.

Sa dureté eſt 1100.

Sa forme eſt le cube tronqué ſur ſes huit angles par trois faces triangulaires ou pentagonales; ce qui donne un criſtal à trente facettes.

6°. Zéolite granatique à vingt-quatre facettes, comme le grenat blanc.

J'en ai de rougeâtre-opaque, trouvée dans les volcans d'Ecoſſe.

7°. HYACINTHINE. Je l'avois placée parmi les gemmes; mais ſa grande fuſibilité la doit faire ranger dans la claſſe des ſchorls; elle donne un verre poreux.

Elle a peu d'éclat.

Sa couleur eſt, le plus ſouvent, d'un brun foncé.

J'en ai un beau criſtal de cette variété, qui paroît venir de la Chine. Il s'y trouve un criſtal de grenat blanc.

D'autres

D'autres fois, la couleur de cette hyacinthine eſt d'un vert plus ou moins jaunâtre, qui rapproche de la chryſolite.

Sa tranſparence n'eſt pas bien nette.

Sa dureté eſt 1200.

Sa forme eſt un priſme tétraèdre rectangulaire tronqué ſur ſes angles; ce qui le rend octaèdre. La pyramide tétraèdre eſt tronquée plus ou moins près de ſa baſe par une face perpendiculaire à l'axe du priſme; ce qui la rend pentaèdre.

Quelquefois il y a de nouvelles troncatures ſur les angles de la pyramide; ce qui leur ajoute quatre faces; elle en a pour lors neuf.

On trouve quelques hyacinthines, dont les arêtes du priſme & de la pyramide ſont toutes tronquées; ce qui donne un criſtal à ſoixante-ſix facettes.

L'analyſe de l'hyacinthine a donné:

Terre quartzeuſe	0,26.
Magnéſie	0,40.
Terre calcaire	0,16.
Chaux de fer	0,16.

8°. Le VIRESCITE, ou ſchorl vert des volcans, qui ſe trouve en quantité dans la plupart des volcans.

Sa couleur eſt d'un vert foncé, comme celui de la tourmaline du Bréſil.

Il eſt très-tranſparent.

Il a de l'éclat.

Sa dureté eſt 1100.

Sa forme eſt un priſme qui me paroît être octaèdre avec une pyramide tétraèdre.

Il paroît différer du thallite commun, ou ſchorl vert du Dauphiné.

On aura par conſéquent trois ſubſtances qu'on appeloit autrefois ſchorl vert: 1°. le thallite commun, ou du Dauphiné; 2°. le vireſcite; 3°. le zillerthite, ou ſchorl magnéſien.

9°. L'HORNBLENDE, ou ſchorl noir des volcans à priſme rhomboïdal ou hexaèdre & pyramide trièdre. On le trouve à Albano. Faujas l'a auſſi trouvé à Rochemaure, & dans pluſieurs volcans du Vivarais.

Nous en connoiſſons déjà deux variétés: mais nous ignorons ſi elles ſont de la même nature.

a HORNBLENDE à priſme tétraèdre rhomboïdal, dont les angles ſont 60° & 120°, pyramide trièdre. *Var.* 4°. *des ſchorls, de Romé Deliſle, p.* 384, *tom. II.*

Hornblende à priſme hexaèdre, pyramide trièdre. C'eſt la variété précédente, dont l'angle

igu eſt tronqué. *Var.* 5°. *des ſchorls, de Romé Deliſle, p.* 385, ibid.

Ces deux variétés ſe diviſent parallèlement à l'axe.

b HORNBLENDE à priſme hexaèdre un peu comprimé, terminé par deux pyramides, dont l'une eſt dièdre, & l'autre eſt un tétraèdre obtus. *Var.* 6°. *des ſchorls, de Romé Deliſle, p.* 389, ibid.

Il y a une ſeconde variété de celle-ci, dont la pyramide dièdre a deux nouvelles troncatures triangulaires qui partent du ſommet de la première face triangulaire de la pyramide.

Cette eſpèce *b* ſe diviſe également en lames parallèles à l'axe du priſme.

10°. *a* VOLCANITE à priſme octaèdre, ayant deux pyramides dièdres. *Variété* 9°. *des ſchorls, de Romé Deliſle, p.* 398.

b Volcanite à priſme octaèdre comprimé, terminé d'un côté par une pyramide obtuſe tétraèdre, & de l'autre par une pyramide ſemblable, mais rentrante. Ce ſont deux criſtaux renverſés & accolés, ou une macle. *Variété* 11°. *Romé Deliſle, p.* 407.

Ces deux eſpèces, qui ont encore quelques variétés, paroiſſent être de la même nature.

Ces quatre dernières ſubſtances, l'hyacinthine,

le vireſcite, l'hornblende, & les volcanites appartiennent à la claſſe des ſchorls.

Voici un grand nombre de ſubſtances qui paroiſſent particulières aux productions volcaniques. Il eſt probable qu'il y en a encore pluſieurs qui ont échappé aux naturaliſtes.

Sauſſure, dans ſon mémoire ſur les productions des volcans du Briſgaw (1), parle de trois ſubſtances qu'il a trouvées, & qu'il croit n'avoir pas encore été apperçues.

1°. LA CHUSITE. Cette ſubſtance eſt d'un jaune de cire, pâle, verdâtre & tranſlucide, ſa caſſure unie, éclatante & l'aſpect gras.

2°. LA LIMBITE eſt d'un brun jaune, plus ou moins foncé, tranſlucide ſur ſes bords, fond en bouillonnant.

3°. LE SIDÉROCLEPTE eſt d'un verd jaunâtre, tranſlucide, fond difficilement au chalumeau, & donne un verre tranſparent.

Voilà treize à quatorze ſubſtances qui paroiſſent particulières aux volcans.

Ce n'eſt que par des recherches aſſidues & des analyſes exactes que nous pourrons nous aſſurer de la nature de toutes ces ſubſtances; mais voyons les procédés que la nature emploie pour les former.

Les unes ſont enveloppées dans la pâte de

(1) Journal de Phyſique, 1794, 5e cahier.

la pierre volcanique, comme les feld-ſpaths le ſont dans la pâte du porphyre : c'eſt pourquoi j'ai appelé ces pierres porphyroïdes & amygdaloïdes volcaniques.

D'autres, au contraire, ſe trouvent dans des géodes, des vides que préſentent ces ſubſtances volcaniques.

On conçoit différens procédés que la nature a pu employer.

1°. Il ſe peut que ces ſubſtances exiſtaſſent avant l'éruption volcanique, & aient été enveloppées par la lave lorſqu'elle couloit, & ſouvent la lave n'aura pas eu aſſez de chaleur pour les fondre. On rencontre dans les laves du Vivarais des criſtaux de feld-ſpaths qui paroiſſent avoir été ainſi enveloppés par une lave qui n'a pu les fondre. Cette ſubſtance n'eſt ſouvent qu'un rapillo, d'autres fois des cendres volcaniques, ou de la pouzzolane.

2°. La lave peut avoir eu aſſez de chaleur pour avoir fondu toutes ces ſubſtances : & lors du refroidiſſement de la maſſe, celles-ci s'en ſeront ſéparées par les loix des affinités & ſeront venues criſtalliſer dans des géodes ou même dans la maſſe; c'eſt ce qui paroît être arrivé à l'égard du grenat blanc, de l'olivin, de l'hyacinthine, de la ſommite & de toutes les autres pierres particulières aux volcans.

Il ſe peut encore que ces ſubſtances ſoient des produits nouveaux. Toutes les terres, la calcaire, l'argileuſe, la magnéſienne, la quartzeuſe, ſe trouvent, ainſi que les différentes chaux métalliques, dans les ſubſtances volcaniques. La fuſion les dépouille de leurs acides, briſe leurs combinaiſons & elles ſont rendues, à leur état de pureté primitive. L'eau pure ou chargée d'air fixe, les diſſout dans cet état. Elles peuvent donc, comme dans l'origine des choſes, contracter de nouvelles combinaiſons qui donneront ces nouvelles ſubſtances.

3°. Mais ces ſubſtances peuvent ſe trouver dans les laves par d'autres procédés.

Ou la matière volcanique aura été aſſez poreuſe pour être pénétrée par de l'eau qui tenoit en diſſolution ces ſubſtances; & elle les dépoſera dans les cavités qui s'y ſont trouvées, comme elle le fait dans quelques amigdaloïdes.

4°. Ou ce ſera une lave boueuſe remaniée par les eaux. Il faut ſuppoſer que cette eau tenoit en diſſolution ces ſubſtances étrangères & la lave. Elles auront criſtalliſé chacune à part, comme nous avons vu que cela a lieu dans les porphyres & porphyroïdes.

On ne peut guère douter que les ſpaths calcaires qui ſe trouvent dans les laves, n'y aient été formés poſtérieurement à la formation de

la lave; car la chaleur, quelque foible qu'elle eût été, les eût altérés.

Il en eſt de même de la zéolite qui ſe fond ſi facilement; d'ailleurs la manière dont elle eſt le plus ſouvent criſtalliſée dans les petites cavités de la lave en petits priſmes très-déliés, indique aſſez que cette criſtalliſation eſt poſtérieure à la formation de la lave.

Mais d'autres ſubſtances, telles que le feld-ſpath..... paroiſſent avoir été enveloppées ſoit par la lave coulante, ſoit par le rapillo, les cendres volcaniques, ou la pouzzolane.

DE LA PARTIE COLORANTE DES TERRES ET DES PIERRES.

§. CLXXII. Toutes les terres dans leur état de pureté, ſont blanches & ſans couleur: & cependant nous les trouvons rarement ſous cette forme. Il y a néanmoins de l'argile aſſez blanche, de la magnéſie & de la craie d'une grande blancheur. On n'a pas encore rencontré la terre peſante ſous forme terreuſe, ni la terre quartzeuſe, au moins en grandes maſſes.

Lorſqu'on traite ces mêmes terres par l'art, on les obtient toujours ſans couleur.

Du ſpath calcaire pur, du marbre blanc, calcinés, donnent une chaux d'une grande blancheur.

Les mêmes ſpaths & marbres blancs diſſous dans les acides purs, & précipités par des alkalis purs, donnent une chaux très-blanche.

La magnéſie calcinée, ou précipitée des ſels d'Epſom, c'eſt-à-dire, des vitriols de magnéſie, eſt d'une blancheur nacrée.

La terre peſante diſſoute dans les acides & précipitée par des alkalis purs, eſt très-blanche.

L'argile précipitée de l'alun eſt également d'un beau blanc.

Enfin la terre quartzeuſe diſſoute par les alkalis purs, & précipitée par les acides, eſt également d'un beau blanc.

On peut donc aſſurer que toutes les terres, dans leur état de pureté, ſont d'une grande blancheur.

Cependant toutes ces terres dans la nature ſoit ſous forme terreuſe, ſoit à l'état de pierres, ſont ordinairement colorées. Il s'agit de ſavoir quelles ſont les ſubſtances qui leur donnent ces couleurs.

Dans les couches ſecondaires les terres & les pierres peuvent être colorées par les dé-

bris des plantes, des coquilles & autres ſubſtances végétales & animales, qui ſont réduites à un état terreux ou bitumineux. Et dans ce cas, lorſqu'on les expoſe à une grande chaleur, ces matières végétales & animales ſont conſumées, & la ſubſtance terreuſe ou pierreuſe demeure à peu-près blanche. Je dis à peu-près, car ſouvent elle conſerve un coup-d'œil gris à cauſe des matières charbonneuſes qui y ſont demeurées.

Le ſoufre peut encore être combiné avec ces terres, ſous forme de foie de ſoufre, & les colorer. Mais il eſt facile de le découvrir.

Il en ſeroit de même du phoſphore.

La plombagine peut également ſe trouver mêlée avec les terres. Mais elle eſt ordinairement mélangée avec des ſubſtances métalliques, particulièrement avec le fer.

Les autres couleurs des terres & des pierres ſont dues aux ſubſtances métalliques. Or ces ſubſtances peuvent s'y trouver ſous deux formes; ou à l'état de métal, & pour lors elles ne ſe mélangent point; ou ſous forme de chaux. C'eſt ordinairement à cet état qu'elles colorent les pierres & les terres.

Chaque chaux métallique peut produire un grand nombre de couleurs différentes, ſuivant

Cette chaux noire eſt très-attirable au barreau aimanté.

2°. De la chaux jaune ou rouge de fer expoſée au feu, devient d'un brun noir & attirable en partie à l'aimant.

Je dis en partie, car il en eſt quelques portions qui ne le ſont pas.

3°. De la limaille de fer miſe dans l'eau commune (laquelle contient toujours de l'air), eſt changée :

a En chaux noire attirable en partie à l'aimant, & il s'en dégage de l'air inflammable.

b Cependant il en eſt quelques portions qui ne ſont pas attirables.

Du fer diſſous dans un acide quelconque, & précipité enſuite par différentes ſubſtances, préſente des phénomènes qu'il faut rappeler ici.

4°. Lorſque la précipitation s'opère avec de la chaux vive très-pure, on a un précipité vert noirâtre, dont une partie

a Eſt attirable par le barreau aimanté :

b Et l'autre ne l'eſt pas.

Si la chaux n'eſt pas très-cauſtique, le précipité eſt d'un vert plus clair, & n'eſt pas attirable.

5°. L'alkali ammoniacal cauſtique, employé

au lieu de chaux, donne un précipité ſemblable, dont une partie eſt attirable, & l'autre ne l'eſt pas.

6°. Si la précipitation ſe fait par cet alkali ammoniacal qui ne ſoit pas cauſtique, ou par les alkalis fixes, on a un précipité d'un vert plus ou moins foncé, & qui n'eſt pas attirable.

7°. On a encore le même précipité verdâtre non attirable, ſi on emploie la craie, ou la chaux qui a perdu ſa cauſticité.

8°. De la magnéſie cauſtique agitée dans l'eau pour la tenir ſuſpendue, précipite la diſſolution du fer: ce précipité eſt verdâtre & non attirable.

9°. Ce précipité, par la magnéſie, donne quelquefois du bleu avant que de paſſer au vert.

10°. L'alkali phlogiſtiqué, verſé dans la diſſolution, donne

a Un précipité bleu très-abondant.

b Un précipité jaune peu abondant.

c Un précipité vert peu abondant.

Ce précipité vert réſulte du mélange du précipité jaune & du précipité bleu.

Mais lorſque l'alkali eſt bien préparé, c'eſt le précipité bleu qui domine, & on a un beau bleu de Pruſſe.

11°. Si on remplit un flacon de cette diſ-

ſolution contenant le précipité ferrugineux vert, & qu'on le tienne bien bouché, la couleur du précipité ne change point.

12°. Mais ſi on laiſſe le flacon débouché, ou qu'on verſe la liqueur dans un vaſe dont la ſurface ſoit large, elle abſorbera de l'air : la liqueur verte diſparoîtra peu-à-peu à la ſurface, & ſe changera en un jaune plus ou moins foncé, plus ou moins rouge ; & au bout d'un certain tems, le précipité entier prendra la même couleur.

13°. La diſſolution de fer peut encore être précipitée par une diſſolution de ſubſtances végétales aſtringentes. Ce précipité paroît noir. Il n'eſt pas attirable.

14°. Cette couleur noire diſparoît par le moyen des acides.

15°. On peut encore avoir une diſſolution d'un fer pur, qui ſoit limpide & tranſparente.

Du fer mis dans un acide vitriolique très-affoibli, donne une diſſolution limpide, & le fer ſe précipite de lui-même en précipité blanc.

16°. Il faut obſerver que dans la plupart des diſſolutions de fer par les acides, il reſte une partie noirâtre qui ne ſe diſſout point, & qui eſt attirable à l'aimant.

17°. L'analyſe a fait voir que la plupart des pierres des terreins primitifs contiennent la terre calcaire. On la trouve dans pluſieurs pierres quartzeuſes, dans les gemmes, dans les ſchorls, dans les pierres magnéſiennes & dans quelques pierres argileuſes. On avoit cru juſques ici qu'elle y étoit à l'état cauſtique. Mais j'ai fait voir (§. 115), que vraiſemblablement elle y eſt combinée avec l'air fixe. Il eſt cependant poſſible qu'il s'y en trouve quelque portion qui ſoit cauſtique.

18°. La magnéſie ſe trouve également dans un grand nombre de pierres, principalement dans les pierres magnéſiennes, telles que le cyanite, les micas, les trémolites, les hornblendes, les cornéènes, les trapps, les jades, les ſerpentines, les ollaires, les ſtéatites, les asbeſtoïdes, les asbeſtes, les amianthes..... pluſieurs feld-ſpaths, les adulaires... On avoit également cru qu'elle y étoit à l'état de cauſticité; mais on doit à ſon égard faire les mêmes réflexions qu'à l'égard de la terre calcaire : elle y eſt le plus ſouvent combinée avec l'air fixe.

19°. La terre peſante ſe préſente rarement comme principe des autres pierres.

Tous ces faits étant bien conſtatés, on peut en tirer des explications ſatisfaiſantes des

couleurs que le fer donne aux différentes eſpèces de terres & de pierres.

Le fer à l'état de chaux noire attirable, forme les criſtaux de fer octaèdres, & ſe trouve dans toutes les pierres noirâtres qui font varier l'aiguille aimantée, telles que des trapps, des cornéènes, des hornblendes, des ſchiſtes....

Il paroît que dans ces ſubſtances le fer a été réduit à l'état de chaux noire par l'action de l'eau (§. CLXXIII, n°. 3).

Quant aux baſaltes & autres pierres volcaniques qui font mouvoir l'aiguille aimantée, il ſe peut que ce ſoit le même fer (3) qui s'y trouve. Mais il eſt encore plus vraiſemblable que ces pierres, avant l'action du feu, contenoient des chaux de fer non attirables, telles que celles qui ſont dans les ſchiſtes, & que la chaleur a rendu fuſibles à l'action du barreau aimanté, comme nous l'avons vu (2), *ibidem.*

Les pierres colorées en noir, telles que les tourmalines, les micas noirs.... qui n'agiſſent pas ſur l'aiguille aimantée, ſont colorées par des chaux de fer non attirables, telles que celles du n°. 3 *b*, *ibidem.*

Dans les pierres colorées en vert par le fer, telles que les ſerpentins ou porphyres verts, les

les ſerpentines, les marbres verts appelés *vert antique*..... le fer y aura été précipité ſous cette couleur par les terres calcaires ou magnéſiennes qu'elles contiennent.

Pluſieurs de ces pierres font mouvoir le barreau aimanté, ou parce que la terre calcaire, en la ſuppoſant cauſtique, aura précipité une portion de fer à l'état noirâtre & attirable (4).

Ou parce que, dans la diſſolution, il ſe ſera trouvé des réſidus de fer noirâtre attirable (16).

Dans les pierres où la terre calcaire n'aura pas eu aſſez de cauſticité, le précipité ferrugineux ne ſera nullement attirable. La couleur verte ſera plus claire, & elles ne feront pas mouvoir le barreau aimanté (7).

Si cette partie verte ferrugineuſe, avant de ſe combiner pour former la pierre, a eu le tems d'attirer une plus ou moins grande quantité d'air, elle changera de couleur & deviendra jaunâtre, rougeâtre, brune..... & donnera toutes ces variétés de couleur qu'on obſerve dans les ſerpentines, dans pluſieurs marbres...

Cette abſorption d'air & ce changement de couleur n'ont pas eu lieu pour les ſubſtances qui ont compoſé le porphyre vert, ou ſer-

par les ſubſtances aſtringentes, puiſqu'il exiſtoit alors des végétaux. Par exemple, la couleur noire des ſchiſtes pourroit être due à cette cauſe. Nous voyons les dépôts de certains marais être très-noirs : ce ſont ceux où il tombe beaucoup de plantes aſtringentes, telles que le chêne, l'aune...

Mais quant aux ſubſtances des terreins primitifs colorées en noir, telles que le mica noir des granits, les tourmalines.... le fer y aura été réduit en chaux noire ou par l'eau (n°. 3 *b*), ou par la chaux cauſtique (n°. 4 *b*), en ſuppoſant qu'elle s'y trouve à cet état.

On demande encore, qu'eſt-ce qui aura formé les chaux bleues de fer, qui ſe trouvent dans le ſaphir, le lazulite.....? car il n'y a point d'alkali phlogiſtiqué dans les criſtalliſations primitives.

Je réponds que nous avons vu que les chaux de fer ſont quelquefois précipitées en bleu par des terres cauſtiques (n°. 9).

On demande, en troiſième lieu, pourquoi pluſieurs pierres colorées par des chaux de fer, & expoſées au feu, ne deviennent pas noires, tandis que d'autres, telles que les baſaltes, deviennent noires & attirables?

Je réponds que la Chimie parviendra à

éclaircir toutes ces difficultés. Mais, en attendant, nous pouvons regarder comme certain que le lazulite eſt coloré par le fer: & cependant, expoſé au feu du chalumeau, il donne un verre blanc.

Le ſaphir ſe décolore également au feu.

Certaines hyacinthes colorées blanchiſſent lorſqu'on les expoſe au feu avec certaines précautions. Les joailliers en blanchiſſent ſouvent de cette manière: & cependant il n'eſt pas douteux que l'hyacinthe ne ſoit colorée par le fer.

Parmi les tourmalines noires ou brunes, il en eſt qui, chauffées au chalumeau, donnent un verre noir, & d'autres un verre blanc opaque. On ignore encore d'où procède cette différence.

Les volcanites, ſchorls noirs des volcans, ſont colorés par le fer, quoiqu'ils ne ſoient pas attirables. Cependant, expoſés aux vapeurs acides des volcans, ſoit de l'acide ſulfureux, ſoit de l'acide marin, ils blanchiſſent, ou plutôt ils jauniſſent. J'en ai qui viennent du Véſuve, & qui ſont d'un jaune pâle. Chauffés au chalumeau, ils donnent un verre blanc.

Il eſt donc certain que les chaux noires de fer peuvent quelquefois ſe décolorer par la chaleur, d'autres fois par les acides; & que

ces chaux, ainſi décolorées par les acides, ne deviennent pas noires au feu.

§. CLXXIV. Les criſtaux de roche, qui ſont noirs ou d'un brun noirâtre, préſentent une autre difficulté. Expoſés à une légère chaleur, ils s'éclairciſſent peu-à-peu, & deviennent d'une belle tranſparence. Quel eſt donc ce principe ſi fugace & ſi volatil qu'une très-légère chaleur le fait diſſiper ?

Ce ne peut pas être une partie graſſe ni huileuſe, puiſqu'il n'exiſtoit rien de ſemblable dans les criſtalliſations primitives.

Seroit-ce de la plombagine ?

Seroit-ce de la chaux de fer? Nous venons de voir que l'hyacinthe, le ſaphir, quelques tourmalines... ſe décolorent au feu. Mais il faut un degré de chaleur plus conſidérable que pour décolorer ce quartz.

Peut-être le fer eſt-il moins adhérent à ces quartz ?

Peut-être cette couleur eſt-elle due à quelque autre principe, qui nous eſt encore inconnu.

Quant aux couleurs brillantes qu'offrent dans leur intérieur pluſieurs pierres tranſparentes, elles ſont dues à des réfractions produites par des fentes qui ſe trouvent entre leurs lames.

Les quartz fendillés préſentent très-ſouvent ces phénomènes.

Les gypſes, les ſpaths calcaires, en un mot, tous les criſtaux ſpathiques offrent ces accidens lorſqu'ils ſont fendillés.

Mais aucune pierre n'offre un jeu plus beau dans les couleurs, que l'opale.

La cauſe de ces couleurs eſt connue des phyſiciens. Ces petites fentes ont différentes largeurs. Les lames d'air qui les rempliſſent font l'effet du priſme, & décompoſent les rayons de lumière, comme l'a fait voir Newton.

DES TOURBES.

§. CLXXV. La tourbe paroît compoſée d'une terre ſpongieuſe, ferrugineuſe, telle qu'elle ſe trouve dans les terreins humides & mouvans, mélangée avec une plus ou moins grande quantité de racines de plantes, de feuilles, & peut-être de débris d'animaux. La bonté de la tourbe dépend de la proportion de ces différens principes & de leur nature.

Les tourbières ſe trouvent, le plus ſouvent, dans des endroits bas & marécageux. Néanmoins il y en a auſſi dans des lieux très-élevés. On dit que le Blogsberg, une haute montagne

de la Baſſe-Saxe, & le *Brohen*, la plus haute ſommité du Hartz, ſont couvertes de tourbes (1).

Cette tourbe paroît enſuite s'être étendue ſur toutes les collines voiſines par un mécaniſme bien ſimple.

Le terrein des tourbières eſt toujours très-ſpongieux. Il retient les eaux des pluies. Lorſque ces eaux ſont trop abondantes, la maſſe entière de la tourbe eſt ſoulevée. Si elle eſt ſituée dans un lieu incliné, elle coule, comme font les glaces dans les hautes montagnes. Elle s'étend de cette manière ſur des terreins conſidérables. On ne peut arrêter ſes progrès qu'en faiſant des foſſés d'écoulement pour les eaux. La tourbe, ceſſant d'être ſoulevée, ne peut plus couler.

Dans les lieux bas, la tourbe eſt également ſoulevée au point de former quelquefois des îles flottantes. C'eſt ce qu'on voit en pluſieurs endroits de la Hollande, comme en Friſe, à Brême, à Groningue, à Oldembourg, au Haut-Pont près de Saint-Omer, &c.

Lorſque les tourbières ont acquis un peu

(1) Geneté, *Mémoire ſur la houille.*

Deluc, *Journ. de Phyſique*, *Mars* 1791 pag. 186.

de ſolidité, on en cultive la ſurface, & on y conſtruit des habitations. Mais de peur que, dans les grandes pluies, la tourbière ne ſoit ſoulevée, & ne forme une île flottante, qui pourroit être portée plus ou moins loin par les vents, on eſt obligé de la fixer à la partie du continent, qui eſt ferme : ce qui ſe fait avec des pieux enfoncés d'un côté dans le continent, & de l'autre dans la tourbière, & unis par des câbles.

Les portions de la tourbière, qui ne ſont pas ainſi fixées, ſont pouſſées çà & là par les vents. On abandonne ainſi celles qui ſervent de pâturages aux beſtiaux. Lorſque les eaux diminuent, la tourbière ceſſant d'être ſoulevée, repoſe ſur le ſol.

Quelquefois ces tourbières ſe trouvent à peu de diſtance de la mer. Elles y ſont entraînées, & forment des îles flottantes.

Il ſe forme des pyrites dans les tourbières, comme dans les bois foſſiles.

La tourbe demeure toujours tourbe, & ne ſe dénature point, à moins qu'elle n'éprouve des altérations par la décompoſition & l'inflammation des pyrites qu'elle contient.

On voit que les tourbières ſont formées par les racines ſpongieuſes de pluſieurs plantes aquatiques. Ces racines ne pourriſſent que

difficilement, & forment un maſſif léger & ferrugineux. Ce maſſif ſpongieux retient avec beaucoup de force les eaux qui l'arroſent. Il ſe gonfle, & acquiert une légèreté plus grande que l'eau; ce qui fait ſurnager la tourbière lorſque les eaux ſont grandes.

Les plantes aquatiques qui forment la tourbe ſont la perle (*equiſetum*), le ſcirpus, la maſſe d'eau (*typha*).

Ces plantes végètent avec beaucoup de force, & augmentent chaque année la tourbe d'une quantité conſidérable.

Les foſſes ouvertes pour enlever la tourbe ſe comblent aſſez promptement, parce que les eaux font couler les terreins voiſins, qui les rempliſſent peu-à-peu.

Les matières pyriteuſes qui ſont dans la tourbe s'échaufferont par les cauſes connues, & même s'enflammeront. Pour lors, la partie huileuſe ſera dégagée, & ſe minéraliſera par l'action de l'acide vitriolique. De cette manière, la tourbe paſſera à l'état de charbon.

DES BOIS FOSSILES.

§. CLXXVI. On rencontre, dans le ſein de la terre, en un grand nombre d'endroits, des arbres plus ou moins bien conſervés, & enfouis à différentes profondeurs. Quelques-uns ſont même aſſez ſains pour être employés à des ouvrages de charpente & de menuiſerie. Je n'entrerai pas dans de longs détails à cet égard, parce qu'il eſt peu de contrées où il n'y ait un grand nombre de ces arbres foſſiles.

Un des lieux où on en trouve le plus, eſt la Pruſſe Ducale. En creuſant à cent pieds environ de profondeur, on rencontre des couches conſidérables de gros arbres, qui ſont recouverts d'attériſſemens.

Dans toute la Lombardie, on trouve des bois foſſiles. Il y en a des quantités conſidérables ſur les bords de l'Arno. Pluſieurs paroiſſent être des chênes qui ſont aſſez bien conſervés pour être employés dans les arts (1).

La montagne de Steinberg, dans la Heſſe, contient une grande quantité de bois foſſiles,

(1) Dolomieu, *Journal de Phyſique.*

recouverts de ſablon, ainſi que le Robelberg & le Veiſner, autres montagnes du même canton (1).

Le Belleberg, montagne auprès du lac de Zuric, eſt rempli de bois foſſiles.

On a trouvé dans les mines de plomb de Pontpéan, près Rennes, un châtaignier à deux cent quarante pieds de profondeur. (Laumont, *Journ. de Phyſ.* 1786.)

On trouve auſſi beaucoup de bois foſſiles en France, en Angleterre...

Tous ces bois foſſiles ſont ordinairement recouverts de ſables, de galets, ou cailloux roulés.

L'origine de ces bois foſſiles paroît due à pluſieurs cauſes, dont les principales ſont :

1°. Les eaux courantes, ſur-tout les grands fleuves, déracinent les arbres qui ſont ſur leurs rivages, principalement lorſque leurs eaux ſont enflées, & les charient à des diſtances plus ou moins conſidérables ; quelquefois ils les dépoſent ſur leurs propres rivages, ou dans les îles qu'ils forment par leurs attériſſemens. C'eſt pourquoi on trouve des bois foſſiles dans toutes les vallées où coulent de grands fleuves.

Mais, le plus ſouvent, ces bois ſont tranſ-

(1) Deluc, *Journal de Phyſique.*

portés juſques dans les lacs & dans les mers. Tous les grands fleuves qui traverſent les contrées peu cultivées par la main de l'homme, & couvertes de bois, charient des quantités immenſes d'arbres qu'ils ont déracinés dans les tems de leurs crues : tels ſont l'Amazone, l'Orenoque, le Miſſiſſipi ... Mais c'eſt particulièrement dans les mers du Nord que l'on voit ces bois flotter ſur leurs eaux. Les voyageurs, étonnés de la quantité immenſe de ces bois, ne ſe laſſent pas d'en parler.

Eddège, qui a demeuré long-tems au Groenland, a vu des amas énormes de ces bois.

Ellis en parle également. « Nos vaiſſeaux, dit-il, » eurent, ſur les côtes de la baie de » Hudſon, à traverſer une quantité prodigieuſe » de bois flottant. C'étoient de groſſes pièces » qu'on auroit priſes pour des bois de charpente, & qui ſe préſentoient de toutes » parts ».

Crantz fait également mention de ces bois, dont les mers du Nord ſont couvertes, & qui ſont enſuite jetés ſur la côte. « On voit, dit-il, » au Groenland des grands arbres déracinés, qui, roulant des années entières ſur » les flots & les glaces, ont perdu leurs branches & leur écorce, & ſe trouvent rongés

» par le tems & les vers. Ce ſont ordinaire-
» ment des ſaules, des aulnes, du bouleau, qui
» viennent des baies du ſud, ou des trembles
» que la mer charie de plus loin. Mais la
» plus grande partie conſiſte en pins & en
» ſapins... ».

On retrouve ces bois flottans ſur les côtes du Spitzberg, & juſqu'au Kamſchatka.

Phipps a également apperçu une grande quantité de bois flottant ſur les mers du Nord.

Ces arbres ont été déracinés par les torrens, par les grands fleuves, même par les marées. Les avalanches en auront encore ſouvent entraînés. Car, dans ces montagnes du Nord, les avalanches doivent, comme dans les Alpes, renverſer des forêts entières. Ces arbres, arrivés à la mer, obéiſſent aux différens courans, & ſont jetés tantôt ſur une côte, tantôt ſur une autre. Ce ſont les vents de nord & les vents de nord-oueſt, dominant ſur ces mers, qui les charient de cette manière.

Les lieux d'où viennent ces bois ont été l'origine de grandes conteſtations parmi les voyageurs.

Les uns ont prétendu qu'ils venoient du Canada; on a répondu que, dans le Canada, il y avoit beaucoup de chênes, & qu'on n'en

trouvoit aucuns parmi ces bois flottés. D'autres les font venir d'Iſlande, d'Ecoſſe, du Groenland, de Sibérie, du Spitzberg....

Mais pourquoi n'en viendroit-il pas de tous ces lieux en même tems? Les mêmes cauſes doivent agir dans tous ces pays.

Les grands ſapins, les pins, les mélèzes peuvent être apportés par les grands fleuves de Sibérie, où ces arbres ſont très-communs.

Les fleuves du Spitzberg, de la Nouvelle-Zemble, du Groenland, du nord de l'Amérique... doivent également charier des bouleaux, des ſaules ..... qui y ſont très-abondans.

On ne ſauroit faire trop d'attention à ces faits; ils nous indiquent, non ſeulement l'origine de cette quantité immenſe de bois foſſiles, mais encore celle des charbons & des bitumes. Car on ſent qu'avant l'origine des grandes ſociétés d'hommes, la terre étoit couverte de forêts; que les fleuves, encombrés dans leurs cours, entraînoient ces bois, & les amoncelloient çà & là.

Tous ces bois, ainſi chariés, ſont enſuite recouverts par les ſables, les galets, & les atériſſemens que charient les fleuves & les mers.

IIo. Il arrive quelquefois que des terreins entiers s'affaiſſent. S'ils ſont couverts de forêts, elles s'enfouiront également. Tels paroiſſent être les arbres foſſiles de l'île de Man.

« Dans l'île de Man, on trouve, dans un » marais qui a ſix milles de long & trois milles » de large, appelé *Carragh*, des arbres ſou- » terreins, qui ſont des ſapins; & quoiqu'ils » ſoient à dix-huit, à vingt pieds de profon- » deur, ils ſont cependant fermes ſur leurs » racines ». *Ray.*

IIIo. Pluſieurs bois foſſiles ont été enfouis par des inondations particulières. La mer, ſoulevée par une cauſe quelconque (comme on l'a vu en Hollande), ſe porte avec violence ſur des terreins couverts de forêts. Aidée de l'action des vents, elle les briſe & les renverſe.

« On a trouvé une grande quantité d'arbres » ſouterreins à Youle, province d'Yorck. Il » y en a qui ſont ſi gros, qu'on s'en ſert pour » bâtir . . . Tous ces arbres paroiſſent rompus, » & les troncs ſont ſéparés des racines, comme » des arbres que la violence d'un ouragan ou » d'une inondation auroit caſſés & emportés. » Ce bois reſſemble beaucoup au ſapin ». *Tranſactions philoſophiques*, n°. 228.

Le courant de la mer, qui aura briſé ces arbres,

arbres, les portera ſur les côtes oppoſées, comme nous avons vu que le font les fleuves. Il les y dépoſera & les recouvrira enſuite d'atteriſſemens.

Tous ces bois foſſiles conſervent leur caractère de bois; ils ſont ſouvent aſſez peu altérés pour être employés dans les arts.

Mais un phénomène très-particulier, eſt qu'ils ſont remplis de pyrites, qui s'y forment journellement, comme nous avons déjà dit que cela a lieu dans les tourbes. Ce ſera par l'action de ces pyrites, lorſqu'elles ſe décompoſeront, que les bois foſſiles paſſeront à l'état de charbons & de bitumes.

DU SUCCIN.

§. CLXXVII. Cette ſubſtance ſe trouve en grande quantité ſur les bords de la mer dans la Pruſſe Ducale, & en Poméranie. On la ramaſſe ſur le rivage. Elle a été détachée du fond de la mer par l'action des vagues.

Mais on préfère de creuſer à quelque diſtance du rivage. On rencontre, à cent pieds de profondeur, des couches de bois foſſiles, recouverts de cailloux roulés: & à travers ces bois, le ſuccin ſe préſente en maſſes plus ou

moins conſidérables. Quelques-unes de ces maſſes pèſent juſqu'à cinq livres.

Ce ſuccin eſt ordinairement tranſparent, d'un jaune citron; quelquefois il eſt preſque blanc; d'autres fois il eſt d'un jaune rouge. Il y en a auſſi d'opaque, & dont la couleur varie, comme celle de celui qui eſt tranſparent.

Le ſuccin renferme, le plus ſouvent, des inſectes; ce qui ne permet pas de douter qu'il n'ait été liquide, & qu'il ne coula des arbres avec leſquels il eſt enfoui, comme coulent pluſieurs ſucs de végétaux. Des inſectes ſe ſeront trouvés ſur ſon paſſage, & en auront été enveloppés.

On a trouvé du ſuccin en différens endroits, en Saxe, en Picardie, &c., mais toujours avec des bois foſſiles.

Il s'eſt préſenté, dans ces derniers endroits, criſtalliſé en octaèdre. Ce ſont ces criſtaux que Werner a appelés mal-à-propos horniſtein, *pierre-de-miel*, puiſqu'ils ne ſont pas de la pierre.

Les inſectes, enveloppés dans le ſuccin, ſont tous exotiques: d'où on peut conclure que l'arbre qui a donné le ſuccin, eſt également exotique.

DU CAHOUTCHOU FOSSILE.

§. CLXXVIII. On trouve, dans les mines de plomb du Derbyshire, un bitume foſſile qui a tous les caractères du véritable cahoutchou du Pérou, ou gomme élaſtique.

Ce bitume eſt de deux ſortes :

L'un eſt brun, luiſant, dur comme de la réſine, & caſſant de même d'une manière conchoïde ou vitreuſe.

La ſeconde eſpèce eſt d'un brun un peu plus foncé, mol, élaſtique, & reſſemblant beaucoup au cahoutchou, ou gomme élaſtique. A l'intérieur elle eſt d'un jaune verdâtre.

Ces deux eſpèces, traitées comme la gomme élaſtique par les différens procédés chimiques, m'ont donné les mêmes réſultats (1).

Il paroît donc que ce bitume eſt une véritable gomme élaſtique, qui a éprouvé quelques altérations dans le ſein de la terre.

(1) Journal de Phyſique 1787.

DE LA PÉTRIFICATION DES ANIMAUX ET DES VÉGÉTAUX.

§. CLXXIX. Pluſieurs parties d'animaux & de végétaux foſſiles ont perdu toutes leurs portions combuſtibles & ſont pétrifiées. Un ſuc pierreux a pris la place de la ſubſtance végétale ou animale, & s'y eſt ſi parfaitement modelé, qu'il leur reſſemble entièrement.

Nous avons déjà vu pluſieurs fois le même phénomène. Du quartz prend la place de ſpath calcaire, de ſpath fluor, au point qu'on s'y trompe au premier coup-d'œil.

Et c'eſt auſſi un ſuc quartzeux qui, ordinairement, pétrifie les bois & les parties animales. On trouve très-ſouvent des cornes d'ammon, des vis... pénétrées d'un ſuc quartzeux & agatiſées.

Tous les bois pétrifiés ſont ordinairement pénétrés d'un ſuc quartzeux, qui rapproche plus ou moins du ſilex ou de l'agate.

Ce ſuc s'eſt tellement modelé à la fibre végétale, qu'il en a conſervé toutes les apparences. On y retrouve les trachées, les utricules & toutes les parties de la plante changées en vraie pierre quartzeuſe.

Il eſt d'autant plus ſingulier que ces bois ſoient ainſi agatiſés, qu'il ſe trouve le plus ſouvent dans des terreins calcaires ou ſchiſteux. Il paroîtroit donc qu'ils devoient être plutôt pénétrés de ſpath calcaire ou de ſuc argileux.

J'ai déjà expoſé ailleurs la manière dont je concevois que s'opéroit cette pétrification (§. CXL). Toutes les parties animales & végétales contiennent de la terre quartzeuſe pure. Cette terre, dans cet état, eſt ſoluble par les acides. Ces mêmes ſubſtances, en ſe décompoſant, donnent beaucoup d'air fixe. Cet acide ſe combinera avec cette terre quartzeuſe pure, & formera ces ſucs quartzeux qui pétrifient toutes ces ſubſtances animales & végétales.

Ce ſuc quartzeux eſt ordinairement coloré par les portions du bois ou de l'animal pétrifié.

Souvent ce ſuc quartzeux vient criſtalliſer régulièrement en priſmes hexaèdres ou pyramides hexaèdres, dans des géodes ou vides qui ſe rencontrent dans ces bois. J'en ai de beaux morceaux où le quartz eſt ainſi criſtalliſé.

DES DÉBRIS D'ANIMAUX ET DE VÉGÉTAUX FOSSILES.

§. CLXXX. Rien n'eſt plus ſurprenant que l'immenſe quantité de débris d'animaux & de végétaux qu'on rencontre de toutes parts dans l'intérieur de la terre, & au haut des montagnes, & à pluſieurs centaines de toiſes au-deſſous du niveau des mers. Comme c'eſt un des phénomènes les plus intéreſſans de toute la géologie, il faut en expoſer les faits principaux.

On ne trouve aucun de ces débris dans les granits, dans les porphyres, dans les kneis, ni dans aucun des terreins primitifs.

Il en eſt fort peu dans les terreins ſecondaires les plus élevés. Quelques-uns même de ces terreins n'en contiennent aucun.

Les gypſes & les terreins calcaires qui ſont aux environs du Mont-Blanc, ne renferment aucuns débris d'êtres organiſés.

Cependant le plus grand nombre de ces terreins ſecondaires les plus élevés, contient de ces débris. Je vais en citer quelques exemples.

Le Gentil rapporte (1) que Dom Ulloa lui a assuré avoir observé des coquilles pétrifiées dans une montagne calcaire des Cordilières du Pérou, à 2337 toises de hauteur au-dessus du niveau des mers & d'autres à 2222 toises.

Le Blond dit qu'il y a auprès de Santa-Fé de Bogota, à 2200 toises de hauteur, des mines de charbon.

Wild, capitaine des salines du canton de Berne, a trouvé des coquilles fossiles dans les montagnes des Diablerets, auprès de Bex, à environ 1600 toises de hauteur.

Il a aussi trouvé un énorme banc de coquilles fossiles dans la montagne dite *la Dent des morcles*, proche celle des Diablerets, à 1312 toises de hauteur.

Montet dit qu'on a trouvé des cornes d'ammon dans les hautes montagnes du Pérou (2).

On trouve des coquilles dans des montagnes les plus élevées des Pyrénées, près ce qu'on appelle *Tour-de-Marboré*.

Mais dans les terreins secondaires moins élevés, & sur-tout dans ceux qu'on appelle

(1) Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris, 1771, pag. 280.

(2) *Ibid.* 1768, pag. 542.

tertiaires, la quantité de coquilles & de débris d'êtres organiſés eſt ſi prodigieuſe, qu'en quelques endroits ils paroiſſent faire la majeure partie des terres & des pierres.

Les Falhuns, en Touraine, ne paroiſſent être qu'un détritus de coquilles briſées.

Pluſieurs couches calcaires aux environs de Paris, contiennent une immenſe quantité de coquilles.

D'énormes maſſes de montagnes auprès de Nice, ne ſont qu'un amas de madrépores pétrifiés.

Je connois auſſi des bancs conſidérables de pierres calcaires, preſque tous formés de madrépores pétrifiés, auprès de Saſſangi, du côté de Tournus, en Bourgogne.

Donati, dans ſon hiſtoire de la mer Adriatique, dit que tout le fond de cette mer & une partie des couches pierreuſes qui forment ſes bords, ſont preſque uniquement compoſés de madrépores.

. . . . . .

Il ſeroit inutile d'accumuler des faits connus de tout le monde & qu'on retrouve partout.

Mais ces débris foſſiles préſentent des phénomènes du plus grand intérêt.

DES COQUILLES FOSSILES PAR FAMILLES.

I°. Une remarque précieuſe qu'on ne doit point perdre de vue, eſt que ces coquilles foſſiles, ces madrépores, ſe trouvent communément rangées par familles dans les couches de la terre, comme elles le ſont ſur les bords de la mer ou dans ſon ſein. La plus grande partie des coquilles d'un canton, ſont de la même nature.

Là, ſont des ammonites ou cornes d'ammon.

Ailleurs, des gryphites.

Ici, des bélemnites.

Plus loin, des camites.

Dans un autre endroit, des oſtracites ou huîtres....

Les pierres des environs de Paris, auprès d'Iſſi, contiennent une immenſe quantité de vis.

D'autres contiennent des camites.

Auprès de Soiſſons, on trouve des bancs immenſes de pierres calcaires remplies de piſolites.

La montagne de Saint-Pierre, auprès de Maëſtricht, eſt remplie d'échinites ou ourſins pétrifiés.

Enfin il n'eſt pas de contrées qui ne préſentent le même phénomène.

Néanmoins il y a quelques eſpèces de mélangées & qui ſe retrouvent dans un grand nombre d'endroits. Les bélemnites, les gryphites, les cornes d'ammon.... ſont extrêmement répandues. Il paroît que ce ſont des eſpéces qui peuvent vivre par-tout, ou au moins dans un nombre d'endroits. Les cornes d'ammon, ſi communes dans toutes les parties de l'Europe, ſe retrouvent au Pérou... On appelle ces eſpèces coſmopolites.

DES DÉBRIS D'ANIMAUX ET VÉGÉTAUX ENFOUIS DANS LES PAYS FROIDS.

IIo. Mais ce qu'il y a de plus ſurprenant dans ce phénomène, eſt qu'on trouve dans toutes les contrées ſeptentrionales de l'ancien continent, les dépouilles d'animaux & de plantes qui ne peuvent vivre aujourd'hui que dans des climats très-chauds.

La Sibérie eſt remplie de dépouilles d'éléphans. Il y a ſur-tout un grand nombre de défenſes aſſez bien conſervées, pour être employées dans les arts & être l'objet d'un grand commerce.

Pallas dit avoir trouvé dans toutes ces contrées « des os de rhinocéros, d'éléphans, de

» bubales, mêlés avec des coquilles marines, » & d'autres os qui ne peuvent appartenir » qu'aux crânes des plus grands poiſſons de » mer. *Imò reperi ſimul fragmenta oſſea, » quæ forma & textura non niſi ad majorum » piſcium marinorum crania pertinuiſſe ſatis » evidenter perſpici poterat* ». Mémoires de l'Académie de Pétersbourg, année 1773, tome XVII, page 582.

Le même naturaliſte ajoute qu'on trouve des os d'éléphans dans la Samoïède. *Ibid.* page 584.

Mais le phénomène le plus ſurprenant dans ce genre eſt celui qu'il rapporte, *ibidem.* « On » a trouvé un rhinocéros tout entier, avec ſa » peau aſſez bien conſervée, enfoui ſur les » bords du Woulhi, rivière qui ſe jette dans » la Lena, à environ 150 lieues de la mer Gla- » ciale (à environ 66° de latitude). Ces ter- » reins ſont toujours glacés : c'eſt ce qui a » conſervé cet animal », *Ibid.* page 586.

On aſſure que dans ces cantons on trouve beaucoup de rhinocéros ainſi enfouis, & aſſez bien conſervés, pour que la plupart ſoient encore couverts de leurs peaux.

Patrin qui m'a confirmé tous ces faits, m'a dit avoir vu ſur les bords de l'Ob retirer

d'une falaiſe ou terre élevée de plus de 150 toiſes au-deſſus du niveau du fleuve, un fémur d'éléphant; lequel fémur avoit plus de quatre pieds & demi de hauteur & étoit parfaitement conſervé.

C'eſt une obſervation aſſez générale, que dans ces contrées, ces os ne ſe trouvent que dans des couches de terre, le long des grands fleuves, & preſque jamais dans des bancs de pierre.

On obſerve encore qu'on ne trouve jamais le ſquelette entier de l'animal, mais ſeulement quelques os ſéparés & néanmoins parfaitement conſervés.

On rencontre ces mêmes dépouilles d'éléphans & de rhinocéros, en Ruſſie, en Allemagne, en Angleterre, en France, en Italie. Les obſervateurs ſont pleins de ces faits. Je vais en rapporter quelques-uns.

La Rochefoucaud a apporté au cabinet d'hiſtoire naturelle, à Paris, une énorme défenſe d'éléphant, trouvée en Italie, auprès de Rome. Elle étoit dans des cailloutages, au-deſſus des laves. Elle eſt un peu altérée. Sa longueur devoit être de dix pieds.

Tozzeti & Dolomieu ont obſervé une grande quantité de débris d'éléphans ſur les

bords de l'Arno, en Italie. Ils étoient ſur des dépôts de bois de chêne, leſquels ſont aſſez bien conſervés pour être employés dans les arts.

Coltellini rapporte, qu'auprès de Cortone, on trouve beaucoup d'os d'éléphans pétrifiés. On a pluſieurs morceaux, trouvés par Coltellini, Galeato, Corrazi, Mearini, Muzzio, Angelieri, Alticozzi.

On a trouvé des défenſes d'éléphans à Simore, en Languedoc, à Comiuges, en Gascogne....

On a trouvé à Mary, près de Meaux, des os d'hippopotame.

Deluc cite des os d'éléphans trouvés en Angleterre.

Il a trouvé une dent d'hippopotame en Piémont.

On a trouvé à Swijatoki, à dix-ſept verſtes de Pétersbourg, des os monſtrueux d'éléphans.

Il paroît que les os énormes qu'on rencontre ſur les bords de l'Ohio, dans l'Amérique ſeptentrionale, ſont des os d'éléphans, quoiqu'il ſoit à déſirer que des naturaliſtes inſtruits nous donnent des relations exactes des os foſſiles de ces contrées. Les relations de Collinſon, donnent cependant tout lieu

de croire que ces os appartiennent à l'éléphant.

Merck dit (1) « il y a ſept rhinocéros » enterrés en Allemagne, d'un deſquels je » poſsède la tête entière, & j'ai fait la pre- » mière découverte de trois. Dans le pays de » Heſſe-Darmſtadt & ſes environs, il y a plus » de ſix éléphans enterrés en différens endroits, » & je poſsède des dents molaires, des dé- » fenſes, des cubitus, des ſcapula, des os » iſchion, des tibia, des fémurs de tous ces » animaux. Il y a même des jeunes bêtes de » cette eſpèce dont les reſtes ont été décou- » verts en Allemagne, ce qui réfute entiè- » rement les objections du demi-naturaliſte, » qui, effrayé par les monumens de l'ancien » Monde, veut que les Romains aient con- » duit ces animaux dans nos continens. Je » poſsède une tête entière de crocodille pétrifiée » totalement & trouvée dans les carrières de » marbre, à Altorf, près Nuremberg. C'eſt » le *crocodillus maxillis elongatis, teretibus, ſubcylindricis Gronovii.* Je viens aux têtes » d'un animal inconnu, trouvées dans la grotte » de Gailenreuth, dans le pays d'Anſpach, » dont je poſsède deux têtes entières, ce qui

(1) Journal de Phyſique, Septembre 1785.

» va être bientôt éclairci par les ſoins de M. » Camper. Je l'ai comparé avec le ſquelette » de l'*urſus arcticus*, Lin ; & il lui eſt reſ- » ſemblant, excepté le volume dont la tête » foſſile ſurpaſſe de beaucoup la moderne. » Mais M. Camper ne veut pas encore y » conſentir, & préſume que c'eſt une eſpèce » perdue ».

De Born parle d'os d'éléphans trouvés dans les ſalines de Pologne (1).

Parmi les os foſſiles qu'on rencontre dans ces continens, il en eſt pluſieurs dont on ne connoît pas les animaux auxquels ils ont appartenu.

Gaillard cite une dent dont on ne connoît point l'analogue, trouvée auprès de Vienne, en Dauphiné. (*Jour. de phyſiq.* 1773, *Fév. pag.* 135.)

Morveau en cite une autre (*ibid. pag.* 414, *tome VII*).

Servières parle d'une autre dent trouvée à Pont-à-Mouſſon. (*Même Journal* 1779, *Octobre, pag.* 325.)

On ne connoît point les animaux auxquels ces dents ont appartenu.

(1) Catalogue d'Eléonore Raab.

On a apporté de la petite Tartarie une dent énorme, qui pèſe onze livres, & dont on ne connoît point l'animal à qui elle a appartenu. Elle eſt au cabinet d'Hiſtoire Naturelle à Paris.

L'abbé Chappe en avoit apporté une ſemblable de Sibérie.

Collinſon en envoya une à Buffon trouvée ſur les bords de l'Ohio, dans l'Amérique ſeptentrionale, qui reſſembloit à celle apportée de la petite Tartarie.

Dombey a apporté une du Pérou dent qui paroît rapprocher de celle-ci. On ne connoît pas non plus l'animal à qui elle a appartenu.

On ſuppoſe que cet animal, qui étoit plus gros que l'éléphant, n'exiſte plus.

On trouve, dans les gypſes de Montmartre, beaucoup d'oſſemens, ſur-tout des mâchoires garnies de leurs dents. On ignore à quels animaux ces os ont pu appartenir.

On a auſſi trouvé, à Montmartre, des oiſeaux au milieu des blocs de gypſe. Je les ai vus; ils ſont bien conſervés. On ne connoît point leurs analogues.

Mais un des faits les plus curieux que préſente Montmartre, ſont des morceaux de fer travaillés par la main des hommes, qu'on a rencontrés au milieu des blocs de gypſe. L'un étoit

étoit à plus de ſoixante pieds de profondeur.

DES POISSONS FOSSILES.

Parmi les poiſſons foſſiles, on en trouve dans nos contrées qui ne vivent aujourd'hui que dans les mers des pays chauds.

Bernard de Juſſieu (*Mémoires de l'académie des ſciences de Paris, ann.* 1718) dit qu'il avoit reçu, des environs de Montpellier, des os foſſiles qu'il a reconnus être les dents foſſiles d'un poiſſon qui ne ſe trouve aujourd'hui qu'à la Chine & aux Indes.

On a trouvé, auprès de Dax, au pied des Pyrénées, la mâchoire d'un crocodile de l'eſpèce appelée *gavial* dans le Gange.

On a auſſi trouvé une tête entière de crocodile pétrifiée, auprès de Maeſtricht.

Merk a trouvé une tête de crocodile auprès de Neuremberg.

L'abbé Fortis (*Journal de Phyſique*, 1786, *mars, pag.* 162) donne les détails les plus intéreſſans ſur les poiſſons qu'on trouve dans les montagnes de *Bolca* & de *Veſtena*, auprès de Vérone. « Le cabinet de M. Bozza (à Vérone) contient, dit-il, ſix cents pièces très-bien conſervées; ce ſont des ichtyolithes de la montagne Bolca, dont les individus

vivoient tous dans les mêmes eaux & dans le même tems ..... Ayant eu occaſion de parcourir la première décade de poiſſons, publiée par M. Brouſſonet (d'après les eſpèces que lui a communiqué M. Banks, & qu'il avoit rapportées de ſon voyage), j'ai eu le plaiſir d'y trouver trois poiſſons, dont la figure, les proportions & les nageoires répondent exactement à trois ſquelettes que j'ai ſous les yeux. Ils ont été pêchés dans les mers qui baignent les heureuſes îles d'Otaïti. Ce ſont :

« Le *polynemus plebeius*, émoï des Ota-
» teitiens.

» Le *gobius ſtrigatus*, jaïpoa de ces inſulaires.

» Le *chetodon ſuber*.

» Le *chetodon trioſtegus*.

» Le *frogfiſh* des mers de Surinam.

» Le *quaperva* du Bréſil.

» Des poiſſons volans ».

. . . . . .

Il y a pluſieurs autres poiſſons dont les analogues ſont connus dans les mers méridionales.

DES COQUILLES FOSSILES.

Les coquilles foſſiles offrent encore le même phénomène. Un grand nombre de celles qui ſe trouvent dans nos continens ne vit aujourd'hui que dans des mers éloignées.

Dicquemare dit en avoir trouvé, au Havre, une qui ne vit qu'à Amboine, où elle ſe nomme *tay-manuſamal* (1).

Linné a décrit une eſpèce d'oſtrée (*oſtrea*), qui ne ſe trouve que dans la mer des Indes, & dont l'analogue foſſile ſe trouve en Scanie. Wallerius l'appelle *oſtracitæ pectinato plicati. Minéral. t. II, p. 536.*

Scheuzer a décrit un grand nombre de coquilles foſſiles de nos contrées, dont les analogues vivans ne ſe trouvent que dans les mers des Indes.

Il eſt même pluſieurs de ces coquilles dont on ne connoît plus les analogues vivans. Par exemple, on ne trouve plus dans les mers les cornes d'ammon, les poulettes, les bélemnites, les gryphites, les pierres judaïques, les orthoceratites, pluſieurs échinites.

« Il eſt probable, dit Wallerius, que les » analogues de pluſieurs coquilles foſſiles (telles que *orthoceratiæ*, *ammonitæ*, *gryphitæ*, *anomiæ*, *lapides judaici*, *plurimi echinitæ*) » n'exiſtent plus, ou ſont dans les » mers les plus profondes : c'eſt pourquoi on » les appelle *pelagica*, pélagiens. Le ſol de » ces mers profondes auroit-il donc été autre-

(1) Journ. de Phyſique, Janvier 1777, pag. 39.

» fois dans les lieux où on trouve ces coquilles » foſſiles ? » *Minér. t. II, p. 537.*

DES INSECTES FOSSILES.

Enfin, juſqu'aux inſectes qui ſe trouvent dans le ſuccin de la Pruſſe, paroiſſent exotiques.

DES PLANTES FOSSILES.

La plus grande partie des plantes foſſiles eſt auſſi exotique. C'eſt une choſe reconnue de tous les naturaliſtes. Huyd, Voodvard ont fait voir que la plupart des plantes, dont on trouve les impreſſions dans les ſchiſtes bitumineux d'Angleterre, ſont dés pays étrangers.

Mill a prouvé la même choſe pour celles qui ſe trouvent en Saxe ; ainſi que Léibnitz, pour celles qui ſe trouvent dans toute l'Allemagne.

Scheuzer a donné un grand ouvrage intitulé, *Herbarium anti-diluvianum*, dans lequel il fait voir que la plupart des plantes foſſiles qui ſe trouvent en Suiſſe, ſont étrangères ; & il ſoutient qu'elles ſont antérieures au déluge.

Bernard de Juſſieu a fait voir, dans un mémoire imprimé parmi ceux de l'académie des

ſciences de Paris, en 1718, que la plupart des plantes foſſiles qu'on trouve dans les ſchiſtes bitumineux de Saint-Chaumont, auprès de Lyon, ſont étrangères à ces contrées. « On » peut aſſurer, dit-il, que ce ſont des plantes » *capillaires*, *des céterachs*, *des polypodes*, » *des adiantum*, *des langues-de-cerf*, *des* » *lonchites*, *des oſmondes*, *des filicules*, & *des* » *eſpèces de fougére*, qui approchent de celles » que le P. Plumier & M. Sloane ont décou- » vertes dans les îles de l'Amérique, & de celles » qui ont été envoyées des Indes orientales » & occidentales aux Anglois, & communi- » quées à Plukenet, pour les faire entrer dans » ſes recueils des plantes rares.

» La multitude des différences de ces plantes » eſt ſi grande, qu'il ſemble que chaque quartier » y ſoit une ſource de variétés.

» J'en ai encore remarqué qui appartiennent » aux palmiers, & à d'autres arbres étran- » gers.

» J'ai encore trouvé les fruits de l'arbre » triſte, *jaſminum indicum fructu compreſſo*, » *arbor triſtis vulgò*, qui ne croît qu'aux Cana- » ries, au Malabar, & ſur la côte de Coroman- » del. C'eſt un *nyctantes*.

» Il y a trois choſes remarquables, ajoute- » t-il, dans ces empreintes de feuilles..

1°. » Elles ſont étrangères, & viennent des » pays chauds.

2°. » Parmi ce nombre infini de feuilles » de diverſes plantes imprimées ſur les feuilles » de ces pierres, aucune ne s'y trouve pliée; » mais elles y ſont étendues, comme ſi on les » y avoit collées.

3°. » Les deux lames écailleuſes de ces » pierres ne préſentent, chacune ſur leurs » ſuperficies internes, par leſquelles elles ſe » touchent, qu'une ſeule face d'une feuille » en relief d'un côté, & en creux de l'autre. » Au lieu que, dans la manière ordinaire » dont on conçoit ces ſortes d'impreſſions, » on ſuppoſe que la feuille d'une plante, qui » s'eſt trouvée paſſée entre deux terres molles, » doit avoir laiſſé ſur la ſuperficie de l'une » l'empreinte de ſa partie ſupérieure, & ſur la » ſuperficie de l'autre l'empreinte de ſa partie » inférieure ».

Il ſeroit inutile d'apporter un plus grand nombre d'exemples pour prouver une vérité reconnue généralement.

Nous avons vu que le cahoutchou, qui ne croît qu'au Pérou, eſt foſſile dans le Derbyshire.

Les inſectes exotiques qui ſe trouvent dans

le ſuccin de la Pruſſe, prouvent que ces bois foſſiles ſont également exotiques.

Cette maſſe immenſe de faits ne permet pas de douter qu'à une époque quelconque, les animaux & les plantes qui ne peuvent vivre aujourd'hui que dans les pays les plus chauds, ont ſubſiſté dans nos contrées, & même dans les zones glaciales. C'eſt un des phénomènes de la Géologie les plus difficiles à expliquer. Nous tâcherons ailleurs d'en aſſigner les cauſes.

Il y a, dans ces faits, deux obſervations eſſentielles à faire.

La première eſt que, parmi ces productions animales ou végétales des pays étrangers, on y en trouve auſſi de nos climats. Ainſi, nous avons vu que, ſur les bords de l'Arno, il ſe trouve des bois de chêne mêlés avec les oſſemens d'éléphans.

Juſſieu a trouvé, avec les nyctantes des Indes, des fougères, des capillaires, du .... de nos contrées.

La ſeconde obſervation, qu'il ne faut pas négliger, eſt que les poiſſons & les plantes qu'on rencontre dans les ſchiſtes & les charbons, ſont tous applatis; tandis que ces mêmes poiſſons & plantes, qui ſont dans les

matières calcaires, dans les gypſes .... ſont preſque entiers.

La cauſe de cette différence provient de ce que, dans ces derniers cas, ces plantes & ces animaux ont été enveloppés de matières, qui ont pris auſſi-tôt de la ſolidité, & ſe ſont oppoſées à la preſſion des maſſes ſupérieures.

Au lieu que les ſchiſtes, n'ayant point de conſiſtance par eux-mêmes, ont laiſſé agir tout le poids des couches ſuperpoſées; ce qui a applati ces matières végétales & animales.

DES CHARBONS DE TERRE.

§. CLXXXI. Par charbon de terre, j'entends toute ſubſtance foſſile, combuſtible, laquelle a été formée des débris du règne organique, & qui eſt *minéraliſée*.

Cette définition exclut du rang des charbons de terre :

1°. Les ſubſtances végétales & animales combuſtibles enfouies dans le ſein de la terre, mais qui ne ſont point *minéraliſées* : telles que les tourbes & les bois foſſiles, dont nous venons de parler (§. CLXXV & CLXXVI).

2°. Celles de ces ſubſtances qui ſont pétrifiées (§. CLXXIX).

Les charbons de terre ſont très-abondans, comme on ſait. Des contrées entières en paroiſſent preſque toutes compoſées.

Cette matière préſente pluſieurs queſtions intéreſſantes que j'ai déjà traitées ailleurs (1).

1°. Quelles ſont les différentes eſpèces de charbons de terre ?

2°. Des bitumes liquides & demi-liquides.

3°. Des couches de charbon.

4°. De la nature des terreins dans leſquels ils ſe trouvent.

5°. Des minéraliſateurs des charbons.

6°. De leurs dépôts par couches & de leurs criſtalliſations.

DES DIFFÉRENTES ESPÈCES DE CHARBONS.

§. CLXXXII. Il y a pluſieurs eſpèces de charbons : & peut-être il n'en eſt aucunes qui ſe reſſemblent parfaitement. C'eſt ce que ſavent très-bien ceux qui les emploient dans les arts. Mais, en général, on peut les diſtinguer :

1°. En charbons gras.

(1) Journal de Phyſique, Juin 1793.

2°. En charbons ſecs.

3°. En charbons pyriteux.

4°. En charbons terreux.

5°. En cannel-col.

Les charbons gras contiennent beaucoup de parties huileuſes. On eſt obligé, pour les employer dans les arts, de leur faire ſubir une eſpèce de demi-diſtillation, qu'on appelle improprement *déſoufrer*. On les entaſſe dans des eſpaces à-peu-près clos. On y met le feu. La partie la plus fluide ſe diſſipe, ſoit par combuſtion, ſoit par volatiliſation. Cette eſpèce de diſtillation leur donne de la conſiſtance, & les réduit à ce qu'on nomme *coak*.

Le défaut du charbon gras eſt de ſe ramollir au feu, de couler, & d'envelopper les matières qu'on veut faire chauffer, qu'il ſouſtrait à la chaleur. D'ailleurs, ceci empêche la circulation de l'air, & diminue l'activité du feu. Sans ces inconvéniens, on éprouveroit une perte de réduire ce charbon en coak, puiſqu'on le dépouille, par ce procédé, d'une grande quantité de parties combuſtibles.

Les charbons ſecs brûlent, comme le coak, ſans ſe ramollir, & chauffent très-bien.

La partie terreuſe eſt peu abondante dans ces deux eſpèces de charbons. Elle n'en fait guère

d'un trentième ou un quarantième. Tels ſont la plupart des bons charbons.

Les charbons pyriteux renferment beaucoup de pyrites, qui, dans la combuſtion, donnent de l'acide ſulfureux. Cet acide empêche qu'on ne puiſſe les employer aux forges.

Les charbons terreux ne contiennent point une aſſez grande quantité de matière bitumineuſe combuſtible. La partie terreuſe y prédomine : & pour lors, ils ne produiſent pas un degré de chaleur ſuffiſant.

Enfin, il eſt des charbons dont la partie combuſtible brûle à-peu-près comme les matières végétales ordinaires, tel que le cannel-col. La chaleur qu'il donne a peu d'intenſité. Néanmoins il renferme peu de terre ; ſavoir, trois centièmes, 0,03. C'eſt que ſa partie combuſtible n'eſt preſque pas *minéraliſée*. Car c'eſt à cette minéraliſation qu'eſt due la grande chaleur du charbon de terre.

Le jayet rapproche du cannel-col. Néanmoins il vaut mieux le laiſſer dans la claſſe des bois foſſiles.

Tous ces charbons ont un *grain* & une texture particulière, qu'on peut regarder comme une eſpèce de criſtalliſation. Leur fracture eſt ſouvent en rhomboïde ; ce qui eſt dû vrai-

ſemblablement à la terre calcaire qu'il contient.

DES BITUMES LIQUIDES ET DEMI-LIQUIDES.

§. CLXXXIII. Les charbons de terre donnent à la diſtillation de l'acide, de l'huile, & de l'alkali volatil.

La nature paroît faire de pareilles diſtillations dans les entrailles de la terre, pour produire des bitumes qui ont différens degrés de conſiſtance.

Le NAPHTE eſt le plus léger.

Le PÉROLE l'eſt un peu moins que le naphte.

L'HUILE DE GABIAN eſt encore plus épaiſſe.

L'ASPHALTE, le PISSAPHALTE, le BITUME DE JUDÉE, ont plus de conſiſtance.

Toutes ces huiles minérales, tous ces bitumes ſe trouvent dans des fontaines, ſur les eaux deſquelles elles nagent. Il y a de ces fontaines en Siléſie, en Lombardie, en France, dans l'Aſie mineure, dans la Perſe... Sur les côtes de la mer Pacifique au Pérou, on trouve beaucoup de ce bitume, connu ſous le nom de *coppéi*.

Quelques lacs contiennent auſſi de ces bitumes, tels que la mer Morte, ou lac de

reth, ſur les eaux de laquelle on trouve
nde quantité d'aſphalte, ou bitume de

l des fontaines en Scanie, en Perſe,
ès de Strasbourg, où on trouve une
d'huile minérale, qui a l'apparence du
ns doute elle s'épaiſſit par l'air pur qu'elle
e.

voit auſſi ſortir de l'aſphalte, ou poix
le, du ſein de la terre & des veines
chers. Auprès de Clermont, au pied
y-de-Dôme, ſe trouve, dans la plaine,
tit monticule d'où découle une poix
le. Il en découle de pluſieurs autres
s auprès du pont du Château, à trois
du Puits de Pège.

ben parle de pareilles fontaines qui ſe
ent au cap de Bonne-Eſpérance. « Dans
reux des rochers, près des bains chauds
a colonie de Drakſtein, on trouve plu-
s ſubſtances bitumineuſes vertes, blan-
, jaunes, & d'autres couleurs. On
e particulièrement une ſorte de bitume
rel ou huile de pierre, qui diſtille des
hers ».

utes ces huiles minérales, ainſi que
alte, ſont volatiliſées par une chaleur

quelconque, qui provient ſans doute de la décompoſition des pyrites.

Je ne parle pas ici du ſuccin, ni du cahouchou foſſile du Derbyshire, dont il a été queſtion ailleurs.

DES COUCHES BITUMINEUSES.

§. CLXXXIV. Les charbons de terre ſont toujours dépoſés par couches ou lits parallèles entr'eux, comme les couches de ſchiſtes, de pierres calcaires & des pierres gypſeuſes.

Ces couches de charbons s'étendent à d'aſſez grandes diſtances, ſouvent à pluſieurs lieues, & même elles occupent des contrées entières. Celles de Liège, par exemple, s'étendent par Huy, Namur, Anzin, Tournai... juſqu'à la mer : par conſéquent un eſpace de plus de quatre-vingts lieues.

Elles ſont plus ou moins horizontales, plus ou moins inclinées; quelquefois verticales (*pl. V*).

Ces différens lits ont diverſes épaiſſeurs. J'en ai vu qui n'ont que quelques lignes d'épaiſſeur, & ont la même étendue en ſurface que les plus épais. Cette étendue eſt ſouvent de pluſieurs lieues.

On trouve, dans les charbonnières, ou

houillères du Creuzot, auprès de Mont-Cénis, des couches qui ont juſqu'à quarante à cinquante pieds d'épaiſſeur. On en cite de la même épaiſſeur dans pluſieurs autres endroits.

Jamais on ne trouve une couche de charbon ſeule. Il y en a toujours pluſieurs ſuperpoſées les unes ſur les autres. Elles ſont ſéparées par d'autres couches de différentes ſubſtances. Le plus ſouvent ce ſont des ſchiſtes de différente nature. Ces ſchiſtes ſont plus ou moins argileux, quelquefois calcaires; mais, le plus ſouvent, quartzeux; & ils contiennent des grès. Ils ſont preſque toujours plus ou moins imprégnés de bitumes.

Genetté dit que dans les montagnes de Saint-Gilles, près Liège, il y a 61 couches de charbons ſéparées par des couches d'autres ſubſtances. Ces couches ont toutes ſortes d'inclinaiſons, & ſont une ſuite de celles de Namur, Anzin, Tournai.... *Voyez* la pla nc. V.

Toutes ces couches, qui ſéparent les différens lits de charbons, ſont ſouvent chargées d'impreſſions végétales. Ce ſont des roſeaux, des bambous, des fougères, des prêles.....

On y rencontre auſſi pluſieurs impreſſions de poiſſons, & quelquefois des coquilles.

La plupart de ces productions ſont exotiques.

Il en eſt cependant quelques-unes d'indigènes, c'eſt-à-dire de nos contrées.

Les charbons de terre ſe trouvent quelquefois à de grandes hauteurs: tels ſont ceux de Santa-Fé de Bogota dont parle Leblond (1), qui ſont à 2200 toiſes au-deſſus du niveau de l'Océan.

D'autres fois ils ſont à de grandes profondeurs. Franklin (*tom. II de ſes œuvres, traduct. franç., pag.* 199) dit être deſcendu dans des mines de charbon à Witheaven dans le Cumberland, à 800 braſſes au deſſous du niveau de la mer. « Les ouvriers me dirent, » ajoute-t-il, que leurs ouvrages s'avançoient » encore à quelques milles au-delà ſous la mer. » La pierre qui ſert de toit eſt une ardoiſe » chargée d'impreſſions de feuilles de fou- » gère ».

DES TERREINS OU SE TROUVENT LES CHARBONS.

§. CLXXXV. La nature des terreins où ſe trouvent les charbons varie beaucoup: car on les rencontre dans toutes ſortes de terreins, excepté dans les primitifs. C'eſt une obſervation conſtante que *jamais les terreins primitifs ne*

(1) Journal de Phyſique.

contiennent

contiennent de charbons, ni aucune matière bitumineuſe.

Dans le midi de la France, on trouve les charbons dans des terreins calcaires.

En Flandre, les charbons ſont ſous les terreins calcaires; mais ce ſont toujours des ſchiſtes qui recouvrent les couches de charbons.

Néanmoins les couches de charbons ſe trouvent le plus ſouvent dans des couches ſchiſteuſes, leſquels ſchiſtes ſont plus ou moins argileux, plus ou moins calcaires, plus ou moins quartzeux.

Il y a auſſi ſouvent des pyrites dans les charbons & dans les ſchiſtes qui les recouvrent.

Les mines de charbons ſont le plus ſouvent dans les terreins ſecondaires voiſins des primitifs. Quelquefois même elles s'appuient contre les primitifs, & y ſont contigues. C'eſt ce qu'on obſerve au Creuzot près de Mont-Cénis. Ces lits ſi épais de charbons ſont appuyés contre les granits mêmes. La même choſe s'obſerve tout le long de ce petit rameau granitique, qui s'étend depuis Saint-Etienne & Saint-Rambert juſqu'à Mont-Cénis & Avalon, l'eſpace d'environ ſoixante-dix lieues. On y trouve preſque partout des mines de charbons plus ou moins riches dans des ſchiſtes appuyés contre les terreins primitifs.

La plupart des mines de charbons de France, ſont placées de même le long des chaînes granitiques.... & c'eſt toujours en ſuivant ces chaînes qu'il faut les chercher.

DES MINÉRALISATEURS DES BITUMES.

§. CLXXXVI. Quels ſont les minéraliſateurs qui ont converti à l'état de charbons les matières végétales & animales foſſiles? ou les ont réduites à l'état des mines, les ont minéraliſées?

Je me ſers du mot *minéraliſateurs*, parce qu'ici les matières animales & végétales ſont unies à d'autres ſubſtances qui les convertiſſent en mines, comme on dit que les métaux ſont minéraliſés, lorſqu'ils ſont unis à quelques-unes des ſubſtances qui les réduiſent à l'état de mines.

Car il eſt certain que les matières animales & végétales, qui forment les charbons, ont ſubi une altération quelconque. Elles ne ſont plus à l'état de tourbes, ni de bois foſſiles. Elles ont une texture particulière. Leur combuſtion eſt abſolument différente. On ne peut donc douter qu'elles ne ſoient vraiment réduites à l'état de mines, & qu'elles ne ſoient combinées avec des ſubſtances qui leur ſervent de minéraliſateurs.

Mais quels ſont ces minéraliſateurs? & quels

ſont les moyens que la nature emploie dans cette opération?

La mer, ſuivant les uns, dans des invaſions, telles que celles qui ont eu lieu en Hollande, aura renverſé des forêts qu'elle aura rencontrées ſur ſon paſſage, & les aura portées ſur les collines voiſines; elle les aura enſuite recouvertes de dépôts de différentes natures....

Mais cette opinion ne peut ſe ſoutenir, & je l'ai combattue par les plus fortes raiſons.

1°. Des forêts renverſées par une cauſe auſſi violente ne pourroient former des couches telles que le ſont celles de charbons, auſſi régulières, auſſi étendues, & dont quelques-unes n'ont que quelques lignes d'épaiſſeur, ſur pluſieurs lieues de ſurface.... Nous le voyons par les bois foſſiles qui ſont amoncelés ſans former de couches régulières.

2°. Ces forêts ne ſeroient que des amas de bois foſſiles, entaſſés, là en grandes maſſes, ici en petite quantité.... mais nous venons de voir que les charbons ſont vraiment à l'état de mines.

D'autres ont ſuppoſé que les charbons ont été produits par des tourbes. Elles forment quelquefois des îles mouvantes qui auront été charriées dans les mers. Ces îles auront été

ſubmergées, couvertes de dépôts... & converties en charbons.

Cette opinion eſt ſujette aux mêmes difficultés que celle dont nous venons de parler. Des tourbes ne ſont pas minéraliſées, & ne ſauroient former des couches auſſi minces, & d'une auſſi grande étendue en ſurface que celles qu'on trouve dans les mines de charbons.

DE LA FORMATION DES COUCHES BITUMINEUSES.

§. CLXXXVII. Voici la manière dont je conçois que la nature a pu produire les charbons.

Ils ſont certainement compoſés de matières végétales, ſoit tourbes, ſoit arbres, ſoit roſeaux, ſoit autres plantes, ſoit feuilles, ſoit humus ou débris de toutes ces plantes..... L'analyſe chimique qu'on a faite des charbons ne permet pas d'en douter; car on en retire conſtamment de l'huile & de l'alkali volatil. Nous avons vu quelle quantité de bois foſſiles (§. CLXXVI) on trouve par-tout; & que dans les tems antérieurs à la formation des ſociétés humaines, la ſurface de la terre étoit couverte de forêts, dont la plus grande partie étoit entraînée dans

les mers & les lacs par les eaux courantes.

On rencontre auſſi quelquefois, au milieu des charbons, des portions de bois ou autres matières végétales qui ne ſont pas encore minéraliſées, ni converties en charbons. Il en eſt même quelques-uns, qui ſont déjà du très-bon charbon. En réduiſant en coak le charbon du Creuzot auprès de Mont-Cenis, on voit ſouvent des portions de bois dont le tiſſu ligneux ſe diſtingue très-bien, lorſque la partie huileuſe a été enlevée par la diſtillation. Nous avons vu que ces couches de charbons du Creuzot ont juſqu'à 40 & 50 pieds d'épaiſſeur.

Enfin toutes les matières végétales qu'on retrouve dans le *toit* & le *mur* des houillères, ſont de nouvelles preuves que le charbon eſt compoſé de matières végétales.

On rencontre également l'impreſſion de poiſſons dans le *toit* & le *mur* des charbons : d'où on peut conclure que les mêmes matières animales ſont partie des charbons eux-mêmes. Elles y ſont plus rares que les matières végétales.

Mais toutes ces matières, humus, tourbes, arbres, animaux, n'auroient pu former immédiatement les charbons, par les raiſons que nous avons expoſées.

1°. Ces ſubſtances ne ſauroient former des couches auſſi minces, auſſi régulières, & auſſi étendues que celles de charbons, dont quelques-unes ont ſouvent moins d'une ligne d'épaiſſeur; car les arbres, en certains endroits, auroient été amoncelés, & la couche ſeroit fort épaiſſe: dans d'autres endroits, il y en auroit moins, & les couches ſeroient minces: enfin ſouvent elles éprouveroient une interruption totale.

2°. Ces couches de charbons ſont toujours faites par choix d'élection, & ſuivant les loix des affinités. Or des tourbes, des bois, des plantes, des animaux ſont dépoſés mécaniquement par les eaux ſuivant les loix de leur gravité ſpécifique, & non point ſuivant les loix des affinités, ou choix d'élection.

3°. Les charbons ont tous une texture particulière, qu'on peut regarder comme une criſtalliſation confuſe.

Il faut donc reconnoître que toutes les matières végétales & animales qui forment les charbons, ont été d'abord dépoſées en des lieux particuliers; qu'elles s'y ſont décompoſées en partie; que les arbres, les plantes herbacées, les animaux, ont perdu leurs formes, ſans cependant être dépouillés de leurs parties huileuſes & combuſtibles, & qu'ils ont été con-

vertis en charbons par des agens qui ont fait fonction à leur égard de *minéraliſateurs*, & les ont réduits en mines : qu'enfin les choix d'élection qui s'obſervent dans leurs couches, & le peu d'épaiſſeur de certaines couches, ſuppoſent une véritable diſſolution.

La chimie ne connoît cependant point de diſſolvans des matières bitumineuſes proprement dites. Nous ne pouvons leur en aſſigner qu'en les ſuppoſant dans un état approchant des huiles minérales.

Or les huiles peuvent être rendues ſolubles dans l'eau, de deux manières.

1°. Par les acides qui en font des ſavons acides.

2°. Par les ſubſtances alkalines : ſavoir, par les alkalis & les terres à l'état de cauſticité, telles que la chaux vive, la magnéſie cauſtique, les chaux de fer.... qui les réduiſent en ſavons alkalins.

Pluſieurs lacs & fontaines tiennent en diſſolution des matières bitumineuſes, telles que la mer Noire, les fontaines de Gabian... ainſi que nous l'avons vu.

Je penſe que les charbons ſont ſous l'un ou l'autre de ces deux états :

Ou ſous forme de ſavons acides,

Ou ſous forme de ſavons alkalins.

La plus grande partie des charbons, tels que ceux d'Angleterre, d'Ecoſſe, de Flandre.... me paroît être principalement de la première nature. Ce ſont des huiles minérales combinées avec beaucoup d'acide. Dans leur combuſtion, il ſe dégage une grande quantité d'acide ſulfureux : & le réſidu terreux qui demeure après leur combuſtion, ne fait pas ſouvent le trentième ou le quarantième de la maſſe.

On ſait que des huiles, mêlées avec l'acide vitriolique, noirciſſent & prennent un caractère analogue aux bitumes liquides ou demi-liquides.

D'autres charbons me paroiſſent être à l'état de ſavons alkalins. L'acide n'y eſt point ſenſible, quoiqu'on ne puiſſe douter que c'eſt toujours lui qui a converti ces huiles en huiles bitumineuſes.

Pluſieurs charbons de cette eſpèce donnent beaucoup d'alkali volatil à la diſtillation.

D'autres ſont à l'état de ſavons terreux, & contiennent beaucoup de terre, ſouvent un tiers de leur poids. C'eſt ce que fait voir l'analyſe qu'a donné Sage d'une eſpèce de charbon qu'on trouve à Saint-Simphorien, auprès de Roanne. Il contient :

Matière bitumineuſe . . . . . 0,65.

Terre calcaire . . . . . 0,35.

On doit donc ſuppoſer que toutes les matières premières végétales ou animales, qui ont formé les charbons, ont été d'abord altérées ou par les acides, le vitriolique particulièrement, ou par les matières alkalines, & qu'elles ont été dans une eſpèce de diſſolution.

C'eſt cette action qui conſtitue ce que j'ai appellé MINÉRALISATION de ces ſubſtances. Elles deviennent noires, & acquièrent une manière de brûler abſolument différente de celle des bois foſſiles. Enfin, elles prennent un caractère vraiment minéral, qui les met au rang des *mines*.

La tourbe & les bois purement foſſiles au contraire, ainſi que le jayet, ne ſont point minéraliſés. Ils noirciſſent ſeulement, comme tous les bois ou matières végétales qui ſéjournent dans l'eau par la réaction de leurs acides propres ſur leurs autres principes, & il s'y forme quelques pyrites.

Le cannel-col n'eſt qu'à demi-minéraliſé, & donne peu de chaleur.

Cette manière d'enviſager la formation des mines de charbons, me paroît la ſeule qui puiſſe ſatisfaire aux phénomènes.

Car ces ſubſtances ont une texture qu'on peut regarder comme une criſtalliſation confuſe. Elles ont obéi *aux loix des affinités*, ſe ſont dépoſées ſuivant les *choix d'élection*; ce qui ſuppoſe une diſſolution. Or elles n'ont pu être diſſoutes qu'en étant réduites à l'état ſavonneux.

§. CLXXXVIII. On me demandera peut-être d'où vient cet acide, que je ſuppoſe avoir diſſous ces ſubſtances, & comment il les aura minéraliſées?

Je répondrai d'abord que quand même je ne pourrois point aſſigner l'origine de cet acide, cela ne détruiroit pas les preuves de ſa préſence dans les bitumes. Mais je crois qu'on peut facilement indiquer d'où vient cet acide.

1°. Toutes les ſubſtances végétales, & même les animales, contiennent des acides, qui, en réagiſſant ſur la partie huileuſe, l'altèrent à un certain point.

2°. Indépendamment de ces acides, il exiſte dans ces ſubſtances un acide minéral.

Dans tous les ſyſtêmes, on reconnoît dans les charbons la préſence de l'acide vitriolique, ainſi que celle du ſoufre & du fer, ſous forme de pyrites. Il me ſemble qu'on peut ſoupçonner la cauſe qui les a produits.

Il s'eſt dégagé de ces matières végétales & animales, avant leur minéraliſation, beaucoup de vapeurs contenant de l'air inflammable, de l'air impur ou phlogiſtiqué, de l'air fixe... telles que celles qui ſe dégagent des marais & de toutes les matières animales ou végétales amoncelées.

Or, nous ſavons que, dans les cloaques & autres lieux où il y a de ſemblables dégagemens d'airs, il s'y forme du ſoufre. Ce ſoufre ſe combine ou avec le fer de ces ſubſtances, ou avec du fer de nouvelle formation, & forme des pyrites.

Nous retrouvons ce même acide & des pyrites dans les tourbes, dans quelques bois foſſiles, & juſques dans les argiles, les ſchiſtes & les ardoiſes.

Il ne faut cependant pas conclure de ces faits, que toutes les mines de charbon ont pu être produites par cette action des feux ſouterreins, puiſque ces feux ſont eux-mêmes entretenus par des matières bitumineuſes. Mais les pyrites en efflorescence, dont ſont remplis les bois foſſiles, peuvent produire les mêmes effets que ces feux ſouterreins.

On voit que les charbons & les différentes eſpèces de bitumes ont été formés par l'humus, par les tourbes, par les bois foſſiles, & les

matières animales foſſiles. Mais toutes ces matières ne produiſent du bitume qu'après qu'elles ont été attaquées & minéraliſées par la décompoſition des pyrites qui ſe ſont formées au milieu d'elles.

Ces pyrites, ſe décompoſant par les cauſes connues, contracteront de la chaleur qui ſe communiquera à ces tourbes & à ces bois foſſiles où elles ſe trouvent, mais ſans aller juſqu'à l'inflammation.

La partie huileuſe de ces ſubſtances ſe dégagera, par cette chaleur, ſous forme de pétrole, d'aſphalte; elle ſe mêlera avec l'acide qui ſe ſera formé de la décompoſition de la pyrite, & contractera tous les caractères bitumineux.

Si l'acide eſt aſſez abondant, cette partie huileuſe paſſera à l'état de ſavon acide.

Mais il ſe peut que l'acide ne ſoit pas aſſez abondant, ou qu'il ſe combine auſſi-tôt avec les terres qui ſe trouvent dans la pyrite, ou avec celles qui ſont mêlées avec ces ſubſtances: pour lors, la partie huileuſe ſe combinera ou avec l'alkali volatil qui ſera dégagé, ou avec des terres à l'état de cauſticité, & elle paſſera à l'état de ſavon alkalin.

D'autres fois, une partie de ces huiles ſe volatiliſera ſous forme de naphte, de pétrole, de piſſaphalte....

La chaleur des volcans ſous-marins a pu influer beaucoup ſur la formation d'une partie des huiles minérales de pluſieurs mines de charbons. Elle volatiliſe une partie des huiles minérales, comme nous voyons que cela a lieu dans la mer Morte. Ces huiles & ces piſſaphaltes ſont mélangés auſſi-tôt avec des terres, ſur-tout avec l'argile, & vont former de nouvelles couches de charbon.

Je dis de nouvelles couches, parce qu'il eſt vraiſemblable que ce ſont déjà des charbons qui entretiennent ces feux, quoiqu'il ſoit poſſible que quelques-uns le ſoient par des bois foſſiles ou des tourbes.

Les obſervateurs rapportent un grand nombre de faits qui confirment ce que j'avance.

Denon, dans ſon voyage en Sicile (*p.* 5), dit : « Une des particularités de ce gouffre de » Meſſine, c'eſt qu'à la rive la plus proche, » les cailloux s'enduiſent d'un bitume, qui les » attache de la même manière que le ſucre » lie les amandes au caramel : à quoi cette » production reſſemble aſſez. D'abord molle, » elle ſe durcit à l'air .... J'ai trouvé la même » pétrification ſur les côtes de la Sicile ... ».

Ce bitume eſt ſans doute ſoulevé par les feux ſouterreins, ſi abondans dans toutes ces régions, comme l'eſt le piſſaphalte, que nous

les couches de la terre, il nous ſuffit à préſent d'avoir démontré par quels moyens les matières bitumineuſes ont pu être tenues en diſſolution.

Je ne doute pas qu'il ne ſe forme journellement, dans la mer Morte, des mines de charbons de cette manière.

Peut-être un grand nombre de mines de charbons a-t-il été formé ainſi dans des lacs.

Quelques-unes de ces couches de charbons ſont parallèles à l'horizon : mais le très-grand nombre eſt plus ou moins incliné. D'autres ſont partie horizontales, partie inclinées, & ſe relèvent ſouvent d'une colline à l'autre. (*Pl. V.*)

Enfin, quelques-unes ſont preſque verticales. Il eſt certain que pluſieurs de ces couches, à-peu-près verticales, ont été formées dans cette poſition, comme le fait voir la ſimple inſpection de la *pl. V.*

Mais on ne ſauroit douter que quelques autres de ces couches ne doivent leur poſition verticale à des événemens poſtérieurs à leur formation. Il faut ſuppoſer que, dès l'origine, pluſieurs étoient horizontales, ou peu inclinées. Les couches inférieures ayant fléchi, celles-ci ont ſubi un mouvement qui leur a donné une poſition verticale. Ceci a égale-

ment

ment lieu pour les couches ſchiſteuſes, gypſeuſes & calcaires. Néanmoins nous verrons que pluſieurs couches de ces différentes ſubſtances ont été primitivement verticales, ou au moins très-inclinées.

Les mines de charbons ſont ſi abondantes, qu'on a d'abord de la peine à concevoir quelle quantité immenſe de matières végétales & animales la nature y emploie.

Mais on a la même difficulté relativement aux madrépores, aux coquilles qui ſe trouvent dans les couches calcaires, & qui, en certaines occaſions, paroiſſent en faire la plus grande partie. La ſeule concluſion qu'on en doit tirer, c'eſt que la nature a employé beaucoup de tems à la production de toutes ces ſubſtances.

Et ſi on fait attention que, dans les premiers tems, avant l'origine des grandes ſociétés d'hommes, la ſurface de la terre étoit couverte de forêts immenſes; qu'une partie de ces forêts étoit emportée dans les mers, dans les lacs, comme cela a encore lieu aujourd'hui dans les mers du Nord (§. CLXXVI), on aura moins de peine à concevoir qu'il ait pu s'accumuler une auſſi grande quantité de bois foſſiles & de matières bitumineuſes.

Les mines de charbon ſe trouvent très-

LE REFROIDISSEMENT.

§. CXCII. *La chaleur favoriſe la diſſolution des ſubſtances ſolubles. Mais la portion que cette chaleur fait diſſoudre, criſtalliſe auſſi-tôt que cette chaleur ſe diſſipe, & que la liqueur ſe refroidit.*

Les criſtalliſations des terreins primitifs, époque à laquelle il n'exiſtoit point d'êtres vivans, ont pu s'opérer en partie par un refroidiſſement. Il paroît, qu'alors la chaleur étoit plus conſidérable qu'aujourd'hui, puiſqu'il eſt bien prouvé que la maſſe du globe ſe refroidit continuellement.

Les jets d'eaux bouillantes d'Iſlande, ſurtout ceux de Rhuikum, de Geyzer... tiennent en diſſolution de la terre quartzeuſe combinée avec le natron. Or, ces terres ſe dépoſent par le refroidiſſement de ces eaux.

Il paroît, ainſi que je l'ai ſuppoſé, que les eaux qui, dans le principe, couvroient tout le globe, avoient un aſſez grand degré de chaleur, & tenoient également en diſſolution la terre quartzeuſe & toutes les autres terres qui ont formé les ſubſtances des terreins primitifs. Ces eaux ſe refroidiſſant, toutes ces terres ſe ſeront rapprochées, combinées,

pour former quartz, ſeld-ſpath, tourmaline, mica.... & le tout aura criſtalliſé ſuivant les loix des affinités & les choix d'élection.

Mais le refroidiſſement n'aura pas pu avoir une grande influence dans la criſtallifation des terreins ſecondaires & tertiaires : car, à cette époque, les eaux étoient remplies d'êtres vivans, de poiſſons, de coquillages, de vers, de plantes... dont nous retrouvons les débris dans ces couches. Or, ces êtres vivans ne peuvent ſupporter une chaleur guère plus forte que celle qui exiſte aujourd'hui. Nous devons ſuppoſer, qu'à cette époque, la chaleur n'étoit pas conſidérable, & que le refroidiſſement n'a pas été ſenſible.

L'AGITATION DU DISSOLVANT.

§. CXCIII. *Un diſſolvant qui eſt agité, tient en diſſolution une plus grande quantité de ſels, que lorſqu'il eſt en repos.*

Les eaux courantes qui tiennent en diſſolution du ſpath calcaire, du gypſe..... les dépoſent auſſi-tôt qu'elles ſont en repos. C'eſt ce que l'on obſerve dans la plupart des conduites d'eau de cette eſpèce. Elles dépoſent dans tous les lieux où leur cours eſt ralenti.

Les eaux de la fontaine Saint-Allyre, à Clermont en Auvergne, ſont extrêmement chargées de ce ſpath calcaire. Elles le tiennent en diſſolution tant que leur cours n'eſt pas rallenti. Mais elles le dépoſent auſſi-tôt qu'elles ceſſent d'être en mouvement ; ſi, au milieu de leur cours, on place un corps qui en rallentiſſe la marche, elles forment un dépôt ſur ce corps qui, au bout de 24 heures, ſe trouve couvert d'une incruſtation fort épaiſſe. C'eſt ainſi qu'elles ont formé un pont ſur un petit ruiſſeau où elles ſe verſent. Un arbre couché ſur le ruiſſeau, a ſervi de baſe à cette incruſtation qui forme le pont.

Les eaux de Saint-Philippe, en Toſcane, & beaucoup d'autres, préſentent les mêmes phénomènes.

Des eaux qui, étant agitées, tiendroient en diſſolution différentes ſubſtances pierreuſes, métalliques ou bitumineuſes, les dépoſeront donc dans les tems de repos, & les laiſſeront criſtalliſer.

Néanmoins le repos abſolu n'eſt point néceſſaire pour opérer des criſtalliſations. Elles ont lieu même dans des fluides aſſez agités.

Mais en même tems, cette agitation pourra

tenir ſuſpendues des ſubſtances qui ne ſont point diſſoutes, telles que des coquilles, des os, des ſables, des argiles... Ces ſubſtances, dans des inſtans de repos, ſe précipiteront au milieu des maſſes qui criſtalliſent, & s'y trouveront enveloppées.

Ce ſera de cette manière qu'auront été déposés les coquilles, les os, les argiles, les graviers quartzeux... au milieu des marbres, des pierres calcaires, des gypſes.... ce qui annonce que ces criſtalliſations ne ſe ſont pas faites dans un fluide parfaitement tranquille.

Cette cauſe aura beaucoup influé ſur les criſtalliſations des ſubſtances des terreins primitifs. Il eſt certain que dans la première réunion de toutes les parties de matières qui forment le globe, elles ont dû être agitées d'un grand mouvement qui étoit augmenté par l'action des marées & celle des vents. Les différens élémens ſe ſont formés, les airs, l'eau, les terres.... toute la maſſe a pris la figure ſphéroïde. Les combinaiſons minérales & les criſtalliſations ont commencé à ſe faire; le mouvement intérieur de la maſſe totale s'eſt un peu rallenti....

Ce premier noyau de matière ſolide étant formé, le mouvement intérieur des eaux s'eſt

calmé de plus en plus ; les vents & les marées ont ceſſé d'avoir la même intenſité. Et les criſtalliſations poſtérieures ſe ſont opérées avec plus de facilité.

L'EXCÈS D'ACIDE.

§. CXCIV. *De l'eau ſurchargée d'acide, tenant en diſſolution des ſubſtances, pourra les laiſſer criſtalliſer, ſi cet excès d'acide lui eſt enlevé.*

Toutes les eaux minérales qui contiennent beaucoup d'air fixe ou acide aérien, ſont dans ce cas. Elles ſont ſurchargées d'acide en ſortant de la terre, & tiennent en diſſolution différentes ſubſtances, particulièrement des chaux de fer, du ſpath calcaire... Cet excès d'acide ſe diſſipe auſſi-tôt qu'elles ſont à l'air, & elles laiſſent dépoſer les chaux de fer.

Les eaux de Saint-Philippe ſont chargées d'air fixe, d'air hépatique, & tiennent en diſſolution de la terre calcaire. L'air hépatique & l'acide ſe diſſipent dès que les eaux ſont ſorties de terre, & le ſpath calcaire ſe précipite.

La même choſe a donc pu arriver aux grandes maſſes d'eau qui tenoient en diſſolution les ſubſtances minérales. Elles pou-

voient contenir quelques acides en excès. Ces acides ſe diſſipant par une cauſe quelconque, elles auront abandonné les ſubſtances que ces acides en excès tenoient en diſſolution. C'eſt ſur-tout l'air fixe qui étoit le plus abondant dans les eaux de ces premiers tems : & il ſe diſſipe avec beaucoup de facilité.

L'air hépatique y étoit auſſi en aſſez grande quantité, comme minéraliſateur des ſubſtances métalliques : & il ſe diſſipe également avec facilité.

Suppoſons que des fontaines, telles que celles dont nous parlons, ſe rendiſſent directement dans le ſein des mers, il eſt certain que leur air fixe, leur air hépatique.... ſe diſſiperoient en partie & qu'elles laiſſeroient dépoſer les ſubſtances que ces excès de diſſolvans tenoient diſſoutes.

Peut-on ſuppoſer qu'avant la criſtalliſation générale du globe, les eaux qui tenoient en diſſolution toute cette maſſe, fuſſent ſurchargées de diſſolvans quels qu'ils fuſſent? & que ces diſſolvans, par leur évaporation, euſſent facilité la criſtalliſation des granits, des porphyres, & de toutes les matières qui forment les terreins primitifs?

Il eſt très-poſſible que cette cauſe ait influé

ſur les criſtalliſations minérales. Nous avons vu que l'air fixe paroît être le diſſolvant principal des ſubſtances qui compoſent les terreins primitifs. Or, toutes les eaux qui ſont ſurchargées d'air fixe en laiſſent échapper une partie, dès qu'elles ſont expoſées à l'air.

L'air hépatique & l'hépar de ſoufre paroiſſent être les principaux diſſolvans des ſubſtances métalliques. Or, cet air hépatique ſe volatiliſe avec beaucoup de facilité.

Ces deux airs, l'air fixe & l'air hépatique, auront donc pu, par leur volatiliſation, beaucoup contribuer à la criſtalliſation des ſubſtances minérales.

L'ADDITION D'UN SEL PLUS SOLUBLE.

§. CXCV. *Si dans une diſſolution d'un ſel quelconque, on ajoute un autre ſel plus ſoluble, celui-ci ſe diſſoudra, & une partie du premier criſtalliſera.*

Que dans une diſſolution ſaturée de ſel marin, on ajoute du nitre, ce nitre ſe diſſoudra, & une portion de ſel marin criſtalliſera.

Cependant, il faut obſerver que l'eau ſaturée d'un ſel, peut, dans certaines circonſtances, en diſſoudre différentes quantités

d'autres, ſans rien laiſſer précipiter du premier.

Cette cauſe peut influer ſur les criſtalliſations minérales.

Suppoſons que de l'eau tenant en diſſolution du ſpath calcaire, rencontre du ſel marin calcaire ou de la magnéſie, ces derniers ſels ſont plus ſolubles que le ſpath calcaire : l'eau les diſſoudra donc, & abandonnera une portion du ſpath calcaire, ou même tout, ſuivant la quantité des ſels marins calcaire ou de magnéſie.

§. CXCVI. De la cristallisation opérée au fond d'une grande masse d'eau.

Du ſel diſſous dans une grande maſſe d'eau qui a beaucoup de profondeur, gagne le fond de l'eau par l'effet de la peſanteur. Car de l'eau ſalée eſt plus peſante que celle qui ne l'eſt pas. Nous avons des faits qui prouvent cette vérité.

D'Arcet en rapporte un que nous avons déjà cité, celui de la fontaine ſalée de Salins (§. XIX), dans laquelle l'eau d'une petite rivière entre quelquefois. Celle-ci ſurnage conſtamment l'eau ſalée de la fontaine.

La même choſe doit donc arriver dans les

baſſins profonds; la portion inférieure qui touche le fond du baſſin, pourra ſe ſurcharger de ſel au point de le laiſſer criſtalliſer par le concours d'un repos long-tems continué. Nous avons pluſieurs faits qui ne permettent pas d'en douter. Un liquide chargé de ſels à ſaturation, & mis dans un flacon parfaitement bouché, ne laiſſe rien criſtalliſer. Mais ſi on le laiſſe dans un parfait repos, il s'y formera des criſtaux quelquefois au bout de pluſieurs jours. Il faut d'autres fois des mois, ou même des années, pour que ces criſtaux ſe forment. Mais il s'y en forme toujours.

Des bouteilles de vin chargé de tartre, parfaitement bouchées, goudronnées & couchées de manière qu'elles ne perdent pas, ne laiſſent rien dépoſer pendant pluſieurs mois: mais à la fin, il ſe forme un dépôt tartareux plus ou moins épais.

Les eaux, dans les hautes mers, les lacs profonds, pourront donc ſe ſurcharger, dans leurs parties inférieures, des ſubſtances minérales qu'elles tiennent en diſſolution, de manière que ces parties ſoient ſaturées, tandis qu'il n'y en aura pas, ou peu, dans les parties ſupérieures. Ainſi, des eaux ſéléniteuſes pourront être ſurchargées de gypſe dans leurs parties inférieures, & leurs parties ſupérieures en contenir fort peu.

Il pourra même y avoir des criſtalliſations dans ces parties inférieures, ſur-tout lorſqu'elles jouiront d'un grand repos.

Il s'eſt formé certainement beaucoup de criſtalliſations par cette cauſe, dans les eaux qui contenoient en diſſolution les ſubſtances des terreins ſecondaires & tertiaires, tels que es pierres calcaires, les gypſes, les appatits, e ſel marin, les ſubſtances métalliques, les ubſtances bitumineuſes.

Ces mêmes effets doivent encore avoir lieu maintenant dans les hautes mers. On ne voit point de ces criſtalliſations ſur les côtes où les eaux ſont peu profondes & fort agitées. Mais elles ont encore lieu dans les hautes mers, où les eaux inférieures ſont ſurchargées des ſubſtances diſſoutes, & ſont dans le plus grand repos.

On ne peut pas douter que cette cauſe n'ait auſſi beaucoup influé ſur les criſtalliſations des terreins primitifs. Les eaux avoient, dans le principe, une profondeur immenſe, celle du demi-diamètre du globe. Elles étoient donc, à cette profondeur, ſurchargées des matières diſſoutes, & les ont laiſſé criſtalliſer.

Mais, à meſure que le noyau du globe a été formé, cette cauſe a eu moins d'effet, parce que la profondeur des mers a diminué.

LA COMPOSITION DES SELS.

§. CXCIV. *Deux quantités données d'eau peuvent tenir chacune en diſſolution une certaine quantité de ſubſtances ſalines. Si on les mélange, il ſe formera un ſel compoſé qui criſtalliſera.*

Suppoſons une livre d'eau chargée d'air fixe, ou d'acide vitriolique, ou d'un autre acide quelconque.

Suppoſons une autre livre d'eau tenant de l'alkali cauſtique en diſſolution juſqu'à ſaturation.

Qu'on mélange ces deux livres d'eau, il en réſultera des ſels neutres, dont une partie criſtalliſera, parce que les deux livres d'eau ne pourront pas les tenir en diſſolution.

Cette cauſe a dû avoir un grand effet dans les criſtalliſations minérales.

Elle a dû agir ſouvent dans les criſtalliſations des terreins primitifs. Toutes les terres, la quartzeuſe, la calcaire, la magnéſienne, l'argileuſe, & la peſante, y étoient toujours à l'état de cauſticité, & ſe diſſolvoient ſous cette forme. Si des eaux chargées de ces terres ont rencontré d'autres eaux contenant des acides, elles auront formé des ſels, qui, exigeant une

de quantité d'eau pour être diſſous, auront
alliſé.
e l'eau chargée de terre calcaire pure,
ontrant de l'air fixe, aura formé les pierres
ures des terreins primitifs.
a même eau, rencontrant des eaux char-
d'acide fluorique, aura formé du ſpath
r.
e l'eau chargée de magnéſie cauſtique,
ontrant des eaux chargées d'air fixe, for-
a du ſpath de magnéſie.
e l'eau chargée de magnéſie cauſtique, &
ontrant de l'acide vitriolique, formera du
el de magnéſie.
e l'eau chargée de terre peſante cauſtique,
ncontrant de l'eau chargée d'acide vitrio-
e, formera le ſpath peſant vitriolique.
e l'eau chargée de terre peſante cauſtique,
ouvant de l'eau chargée d'air fixe, formera
ath peſant aéré.
e l'eau chargée de terre quartzeuſe pure
'air fixe, formera du quartz.
a même choſe aura lieu dans les terreins
ndaires. Des eaux chargées de terre cal-
cauſtique, & rencontrant d'autres eaux
rgées d'acide aérien, d'acide vitriolique,
de phoſphorique, d'acide boracique, d'a-
cauſtique, formeront:

Des pierres calcaires.
Des gypſes.
Des appatits.
Des ſpaths boraciques.
Des ſpaths tunſtiques.

. . . . . .

Des eaux chargées de magnéſie cauſtique & de terre peſante cauſtique, rencontrant des eaux chargées d'acides, formeront également:

Des ſpaths peſans vitrioliques.
Des ſpaths peſans aérés.
Des ſpaths magnéſiens.

Mais cette compoſition pourra-t-elle faire criſtalliſer les ſubſtances des terreins primitifs? Cela ne me paroît pas douteux.

Toutes ces ſubſtances ſont formées des quatre terres principales, pures ou à l'état de cauſticité, & de quelques chaux métalliques; ſavoir:

Terre calcaire.
Terre magnéſienne.
Terre argileuſe.
Terre quartzeuſe.
Chaux de fer.

La terre calcaire & la terre magnéſienne pures ſont ſolubles dans l'eau.

La terre argileuſe à l'état où elle vient d'être précipitée

précipitée de l'alun par une ſubſtance cauſtique, eſt également ſoluble dans l'eau.

La terre quartzeuſe, à l'état où elle eſt précipitée de ſa combinaiſon avec une ſubſtance cauſtique, eſt auſſi ſoluble dans l'eau.

Enfin, les chaux de fer ſont ſolubles dans l'eau par l'intermède de l'air fixe.

Voilà donc les ſubſtances principales, ou les cinq terres élémentaires, diſſoutes dans l'eau.

Mais auſſi-tôt qu'elles vont ſe combiner, elles formeront des ſels inſolubles qui criſtalliſeront, comme l'eau de chaux & l'air fixe forment un ſel inſoluble qui criſtalliſe; c'eſt le ſpath calcaire.

Ainſi, 63. terre quartzeuſe; 17. terre argileuſe; 2. terre calcaire; 6. magnéſie; 7. chaux de fer, formeront un feld-ſpath qui criſtalliſera auſſi-tôt.

37. terre quartzeuſe; 39. terre argileuſe; 15. terre calcaire; 9. chaux de fer, formeront la tourmaline, qui criſtalliſera, parce qu'elle forme un ſel preſque inſoluble.

38. terre quartzeuſe; 28. terre argileuſe; 20. magnéſie; 14. chaux de fer, formeront un ſel preſque inſoluble, qui criſtalliſera auſſi-tôt. C'eſt le mica.

x. de terre quartzeuſe, & *y.* d'air fixe, formeront le quartz.

Voilà donc les quatre principaux élémens du granit, qui ſeront des ſels, qui exigent beaucoup d'eau pour être diſſous, & qui par conſéquent criſtalliſeront promptement.

LA DÉCOMPOSITION DES SELS.

§. CXCVIII. *De l'eau chargée d'un ſel très-ſoluble ; par exemple, d'un alkali aéré ou cauſtique, rencontrant un autre ſel qui décompoſe celui-ci, ou s'y combine pour en former un troiſième moins ſoluble : il y aura criſtalliſation.*

Une diſſolution vitriolique d'argent, par exemple, rencontrant une diſſolution de ſel marin, il y aura décompoſition & criſtalliſation du ſel marin d'argent, ou *lune cornée*, qui eſt peu ſoluble.

Dans le mercure corné, il ſe trouve toujours du vitriol de mercure. On peut ſuppoſer que le mercure a d'abord été diſſous par l'acide vitriolique, & a formé un vitriol de mercure ſoluble en grande eau. Ce vitriol de mercure, ayant rencontré un ſel marin quelconque, a été décompoſé : & il s'eſt formé auſſi-tôt un ſel marin de mercure, ou mercure

rné, qui ne ſe diſſout que dans une très-
ande quantité d'eau.

De l'eau ſéléniteuſe, c'eſt-à-dire, tenant
n diſſolution du gypſe, & rencontrant de
eau tenant en diſſolution du ſpath peſant
éré, il y aura double décompoſition.

La terre peſante ayant plus d'affinité avec
'acide vitriolique, s'y unira, & formera du
path peſant vitriolique; tandis que l'air fixe
'unira à la terre calcaire, & formera du ſpath
alcaire.

D'autres décompoſitions ont pu produire un
rand nombre de criſtalliſations minérales.

Suppoſons de l'eau tenant en diſſolution des
aths calcaires, telle que l'eau qui forme
s ſtalactites..... ſi cette eau rencontre un
cide plus puiſſant, comme l'acide vitriolique,
cide fluorique....le ſpath calcaire ſera dé-
ompoſé, l'acide aérien ſera chaſſé, & il ſe
rmera du gypſe, du ſpath fluor...

Je ne doute pas que pluſieurs gypſes n'aient
é formés de cette manière, ainſi que des
aths fluors.

Les grandes maſſes d'appatit non criſtalliſé,
e l'Eſtramadure, peuvent encore être un effet
e la décompoſition des pierres calcaires par
cide phoſphorique.

Il y aura encore des décompoſitions produites d'une manière différente, & qui ſeront ſuivies de criſtalliſation.

Suppoſons une eau chargée d'un acide quelconque, & paſſant ou ſéjournant ſur des terres ou des pierres dont les acides ſont plus foibles, il y aura décompoſition. De l'eau, par exemple, qui paſſera ſur des argiles ou des pyrites chargées d'acide vitriolique, diſſoudra cet acide : ſi, dans ſon cours, elle ſéjourne ou paſſe ſur des craies ou des pierres calcaires, elle les décompoſera, & en formera du gypſe. Pluſieurs couches de gypſe ont certainement été formées de cette manière.

§. CXCIX. Je crois qu'avec ces principes, on concevra facilement comment ſe ſont opérées les criſtalliſations minérales. Commençons d'abord par celles des ſubſtances qui compoſent les terreins primitifs.

1°. La chaleur des eaux étoit très-conſidérable dans les commencemens. Cette chaleur a diminué peu-à-peu. *Première cauſe de criſtalliſation.*

2°. Les eaux étoient dans une grande agitation. Cette agitation a diminué ſucceſſivement. *Seconde cauſe de criſtalliſation.*

3°. Ces eaux avoient une profondeur im-

menſe, égale au rayon de la terre, 1432 lieues & demie. Les ſubſtances diſſoutes ont donc dû gagner la partie inférieure de ces eaux. *Troiſième cauſe de criſtalliſation.*

4°. La partie inférieure de ces eaux aura laiſſé criſtalliſer ces parties dont elles étoient ſurchargées. *Quatrième cauſe de criſtalliſation.*

5°. Toutes les terres & les chaux métalliques dont ſont formées les ſubſtances des terreins primitifs, ſont très-ſolubles par elles-mêmes dans les eaux. Mais dès qu'elles ſe combinent, elles forment des ſubſtances qui exigent une immenſe quantité d'eau pour être tenues en ſolution. Tels ſont le quartz, le feld-ſpath, le mica, & la tourmaline, la pâte du porphyre, le trapp, la cornéène, le pétro-ſilex, les gemmes, les ſchorls, les pierres magnéſiennes, les pierres argileuſes. *Cinquième cauſe de criſtalliſation.*

Les ſubſtances minéraliſatrices des métaux, combinées avec ceux-ci, forment auſſi des mélanges qui exigent beaucoup d'eau pour être tenues en diſſolution.

6°. Quelques-uns des diſſolvans, tels que l'air fixe & l'air hépatique, auront pu ſe diſſiper.

7°. Il y a eu de nouvelles compoſitions de

ſubſtances minérales & des décompoſitions.

Telles ſont les principales cauſes des criſtalliſations des ſubſtances des terreins primitifs.

Ces criſtalliſations auront ſuivi les loix des affinités & les règles des criſtalliſations ſalines, comme nous l'avons expliqué ci-deſſus, en parlant de ces différentes ſubſtances.

§. CC. Les criſtalliſations des ſubſtances qui compoſent les terreins ſecondaires, s'expliqueront avec la même facilité.

La terre argileuſe & les chaux de fer ſe trouvant diſſoutes en grande quantité, formeront les ſchiſtes.

La terre calcaire, diſſoute par l'acide vitriolique, formera les gypſes.

La même terre calcaire, diſſoute par l'air fixe, formera les marbres & toutes les différentes eſpèces de pierre calcaire.

Mais différentes ſubſtances, ſoit des terres particulières, ſoit des pierres, ſoit des débris d'êtres organiſés, ſe mêleront à ces ſubſtances, & formeront de nouveaux compoſés.

Toutes ces criſtalliſations ſecondaires s'opéreront par les mêmes cauſes que nous avons vu produire les criſtalliſations primitives.

1°. L'*évaporation*. Cette cauſe peut agir dans des lacs particuliers, comme dans le lac

Tozzer, dans des mers Méditerranées, comme dans la Caſpienne, qui diminue chaque jour...

2°. Le *refroidiſſement*. Les mers du Nord perdent journellement de leur chaleur. Les grands lacs ſeptentrionaux, tels que ceux du nord de l'Amérique, de l'Aſie... ſe refroidiſſent chaque jour. Les ſubſtances qu'elles tenoient en diſſolution, lorſque leur température étoit plus élevée, criſtalliſeront donc aujourd'hui.

Les lagonis de Toſcane, qui ont une température de 50 à 60 degrés, peuvent perdre de leur chaleur. Ils laiſſeront pour lors criſtalliſer les ſubſtances qu'ils tiennent aujourd'hui en diſſolution.

3°. L'*agitation du diſſolvant*. Les eaux des mers & des lacs ont dû être autrefois plus agitées qu'elles ne le ſont aujourd'hui.

4°. L'*excès d'acide*. Il a dû arriver ſouvent que des mers Méditerranées, ou des lacs, ont tenu un excès d'acide. Les lagonis de Toſcane contiennent beaucoup d'acide ſulfureux, d'acide boracique, d'air fixe .... Ces acides ſeront ſaturés par de nouvelles terres qui y ſeront apportées, telles que de la terre calcaire, de la magnéſie, de la terre argileuſe, même de la terre quartzeuſe. Alors s'opérera la

criſtalliſation des ſubſtances que cet excès d'acide tenoit en diſſolution.

5°. L'*addition d'un ſel plus ſoluble.* Des ſels marins calcaires & magnéſiens qui ſeront apportés dans des eaux qui tiennent en diſſolution des pierres calcaires, des gypſes .... les feront criſtalliſer.

6°. Des ſubſtances calcaires, gypſeuſes .... tenues en diſſolution dans des mers peu profondes, criſtalliſeront, ſi elles ſont portées dans les hautes mers.

7°. & 8°. *La compoſition & la décompoſition des ſels.* Différentes ſubſtances minérales opéreront auſſi des criſtalliſations. Suppoſons des eaux chargées d'acide vitriolique, provenant de la décompoſition des pyrites, de la combuſtion du ſoufre .... que ces eaux traverſent ſur des ſubſtances calcaires, elles les dépoſeront, & il ſe formera de nouvelles criſtalliſations.

§. CCI. Il eſt encore des phénomènes dans les criſtalliſations minéralogiques, qui méritent toute l'attention du géologue-chimiſte.

La plus grande partie des ſubſtances minérales, ou, pour mieux dire, toutes les ſubſtances minérales, ont été tenues en diſſolution par les eaux pour criſtalliſer, ſoit d'une ma-

nière régulière, ſoit d'une manière confuſe : & auſſi-tôt qu'elles ſont criſtalliſées, elles deviennent inſolubles.

Les pierres quartzeuſes, les gemmes, les ſchorls, les pierres magnéſiennes, les pierres argileuſes, les pierres calcaires, une fois formés, ne ſont plus attaqués par l'eau. On pourroit laiſſer, pendant des ſiècles, les plus petites parcelles de ces pierres dans les maſſes d'eau les plus conſidérables, qu'elles ne ſeroient nullement attaquées.

Il n'y a tout au plus que les pierres gypſeuſes qui ſoient un peu attaquées par l'eau.

Les pierres qui contiennent beaucoup de chaux de fer à découvert, ſont également attaquées un peu par les eaux.

La plus grande partie des mines métalliques eſt également inattaquable par l'eau, quoiqu'elles y aient été diſſoutes lors de leur criſtalliſation.

Il en eſt de même des ſubſtances bitumineuſes.

La cauſe de ce ſingulier phénomène n'eſt point facile à découvrir.

Tous les ſels qui ont criſtalliſé dans l'eau, même ceux qui paſſent pour être inſolubles, ſe diſſolvent dans une quantité plus ou moins conſidérable d'eau ; au lieu que les ſubſtances

minérales y paroiſſent abſolument inſolubles.

Les ſtalactites même, que nous voyons ſe former ſous nos yeux, ſont inſolubles auſſi-tôt qu'elles ſont formées.

On ne ſauroit cependant dire que ces ſubſtances ne puiſſent pas ſe diſſoudre; car un grand nombre de faits prouve qu'elles ſont diſſoutes dans pluſieurs circonſtances.

Des amygdaloïdes, des toadſtones ſont remplis de cavités, comme les ponces. C'eſt qu'un diſſolvant quelconque a attaqué les parties qui rempliſſoient ces cavités, ſoit qu'elles fuſſent calcaires, ſoit de toute autre matière.

On a des calamines, des quartz... criſtalliſés en dents de cochon, parce que ces ſubſtances ont pris la place du ſpath calcaire, qui a été diſſous.

Il eſt auſſi des quartz qui ont pris la place du ſpath fluor cubique. Le fluor a été diſſous, & le quartz conſerve l'empreinte cubique.

Enfin nous avons des criſtaux de quartz vides & creux, ce qui annonce que ce quartz lui-même a été diſſous....

Il eſt même quelques faits qui peuvent jeter du jour ſur ces diſſolutions.

Du fer qui ſe rouille ſur du quartz l'attaque, le corrode, le diſſout. Or du fer rouillé n'eſt qu'une chaux de fer chargée d'air fixe. Cette

chaux peut donc attaquer le quartz & le diſſoudre. L'air fixe qui s'échappe des eaux de Vals, diſſout le quartz qui ſert de parois à la fontaine.

Sans doute ces autres ſubſtances minérales qui ſont diſſoutes, le ſont également par des eaux chargées de quelque principe qui leur eſt étranger.

Je penſe que la plupart des ſubſtances minérales ont été tenues en diſſolution par des eaux qui contenoient un excès d'acide. Elles ont criſtalliſé lorſque cet excès d'acide s'eſt diſſipé.

De nouvelles eaux ſurchargées également d'un excès d'acide, pourront donc rediſſoudre de nouveau ces mêmes ſubſtances, comme nous venons de le voir.

DES EAUX-MÈRES DE LA CRISTALLISATION DU GLOBE.

§. CCII. La criſtalliſation générale du globe étant achevée, il eſt demeuré une maſſe conſidérable d'eau, qu'on peut regarder comme *l'eau-mère* de cette criſtalliſation: car cette eau n'étoit pas pure. Elle devoit contenir différentes ſubſtances, réſidu de la criſtalliſation,

comme le font toutes les eaux-mères. Examinons les phénomènes qu'ont dû produire ces eaux-mères; car ils me paroiſſent intéreſſans.

Ces eaux ne contiendront ni parties huileuſes extractives ou ſavonneuſes, comme le font les eaux-mères des nitrières, puiſqu'il n'exiſtoit rien de ſemblable dans ces tems là.

Mais elles contiendront:

1°. Quelques portions des terreins criſtalliſés, ſavoir, pierres quartzeuſes, gemmes, ſchorls, pierres magnéſiennes, pierres argileuſes, pierres calcaires, granits, porphyres..... leſquelles n'ont pu criſtalliſer, parce qu'il y avoit trop d'eau. Ainſi dans toutes les criſtalliſations ſalines, il demeure toujours une portion non criſtalliſée, & qu'on n'obtient qu'en faiſant évaporer les dernières parties de l'eau.

2°. Parmi ces ſubſtances, qui demeureront diſſoutes dans l'eau-mère, ſe trouveront principalement celles qui exigent le moins d'eau pour criſtalliſer.

Le feld-ſpath eſt une des ſubſtances des terreins primitifs qui paroît exiger le plus d'eau pour criſtalliſer: ainſi il criſtalliſera le premier, & il en demeurera peu dans les eaux-mères.

Les tourmalines & l'hornblende exigent

encore beaucoup d'eau de criſtalliſation ; il en demeurera donc peu dans les eaux-mères.

Les quartz exigent moins d'eau pour criſtalliſer ; il en demeurera donc une certaine quantité dans les eaux-mères.

Mais c'eſt ſur-tout la terre magnéſienne qui exige le moins d'eau pour criſtalliſer. La plupart des ſels magnéſiens ſont déliqueſcens ; les eaux-meres ſeront donc chargées de ſels magnéſiens, de mica, de cornéènes, de trapps, de pétro-ſilex.

Il ſe peut auſſi que ces eaux-mères continſſent une certaine quantité des acides qui ont ſervi à la diſſolution générale, tels que l'air fixe, l'acide vitriolique, l'acide fluorique.... parce que ces acides n'auroient pas eu le tems de ſe combiner, ou ne l'auront pas pu par quelques circonſtances.

Il pourroit encore y avoir dans ces eaux-mères quelques portions de terre non diſſoutes, telles que des portions d'argiles.

Mais il devoit s'y trouver particulièrement une certaine quantité de minéraliſateurs des métaux tenant ces métaux en diſſolution ; parce que ces compoſés ſont aſſez ſolubles. Les foies de ſoufre, les foies d'arſénic, ſont très-ſolubles. Tous les acides métalliques le ſont également.

Voilà donc ces eaux-mères chargées principalement de ſubſtances métalliques en diſſolution, de ſels magnéſiens, de mica, de quelques portions de quartz...

Ces eaux-mères ont enſuite diminué de volume par une cauſe quelconque.

Les cauſes qui ont opéré la criſtalliſation générale ont continué d'agir.

Dès-lors, les parties contenues dans les eaux-mères ont commencé à criſtalliſer elles-mêmes.

Ces nouvelles criſtalliſations ſeront gênées par la grande quantité de magnéſie qui s'y trouve.

Dès-lors, nous aurons les granits feuilletés ou *kneis*, dans leſquels la terre magnéſienne & le mica dominent. On y trouve peu de feld-ſpath & preſque jamais en beaux criſtaux : le quartz y eſt aſſez abondant, mais peu criſtalliſé.

Ce ſera encore dans ces mêmes eaux que ſe criſtalliſeront d'une manière confuſe, les pétro-ſilex, les trapps, les cornéènes : la terre magnéſienne a gêné toutes ces criſtalliſations.

Les ſubſtances métalliques ſe dépoſeront dans ces kneis, & y formeront de riches fi-

ns, de la manière dont nous l'avons ex-
iqué ailleurs.

Enfin les portions de terres non diſſoutes
)urront ſe précipiter en même-tems.

Si nous ſuivons plus loin ces opérations,
)us verrons les continens paroître, les êtres
ganiſés produits, la terre calcaire ſecon-
ire s'organiſer, de nouvelles couches cal-
ires ſe former....

Mais à travers ces couches calcaires pre-
ères, il ſe dépoſera quelques portions de
eis qui ſont encore dans ces eaux. Auſſi
)uve-t-on ſouvent dans ces couches, le kneis
tremêlé avec le calcaire.

DE LA SURFACE DE LA TERRE.

§. CCIII. Cette ſurface eſt compoſée de
ntinens & de mers. Mais les eaux ont beau-
up plus d'étendue que les terres, particu-
rement dans l'hémiſphère auſtral. On a cal-
lé qu'elles occupoient plus de la moitié de
ſurface du globe, & que par conſéquent la
)tion continentale habitée par l'homme &
: animaux terreſtres, n'en faiſoit guère
e le tiers. Car, ils ne peuvent ſéjourner
ns toute l'étendue de cette partie qui leur eſt

abandonnée. Pluſieurs contrées ſont inhabitables pour eux, à cauſe de la rigueur des climats : telles ſont les ſables brûlans d'Afrique, les régions polaires & les hautes montagnes couvertes de neiges & de glaces, qui ne fondent pas depuis pluſieurs ſiècles.

Cette partie de la terre découverte a été diviſée en continens & en îles.

§. CCIV. Les îles ſont de petites portions de terreins enveloppées de tout côté par les eaux. Les continens ſont au contraire beaucoup plus étendus. Mais, à la rigueur, on pourroit les prendre également pour de grandes îles, puiſqu'ils ſont enveloppés de toutes parts par l'Océan.

L'Afrique doit être regardée comme une preſqu'île conſidérable, & qui ne tient à l'Aſie que par l'iſthme de Suez. Elle a même été vraiſemblablement une île véritable, lorſque la mer Rouge a communiqué avec la Méditerranée.

L'Amérique paroît être vraiment une île, qui eſt entièrement ſéparée de l'Aſie par le détroit du Nord. Elle peut même former deux îles, s'il y a un paſſage de la baie de Baffins, par le canal de Fuentes, dans la mer du Sud.

L'Europe

L'Europe ne tient à l'Aſie que par le terrein qui ſépare la mer Noire de la mer Blanche, ou de la mer Baltique. Mais ſi la mer Caſpienne a communiqué autrefois à la mer du Nord, ou à la mer Baltique, comme le rapportent les anciens hiſtoriens, toute l'Europe & cette portion de l'Aſie qui eût été compriſe dans ces bras de mer, n'auroient formé qu'une île étendue.

Toutes les terres auſtrales forment des îles plus ou moins conſidérables.

§. CCV. Les continens ſont traverſés par différentes éminences, qui s'élèvent à des hauteurs plus ou moins grandes & les coupent en différens ſens.

Ces chaînes ſe propagent dans le ſein des eaux, où on en ſuit différens rameaux, ainſi que Buache l'a fait voir dans ſes cartes.

Les îles peuvent être regardées comme le ſommet de ces montagnes ſoumarines; car en approchant de ces îles, on retrouve les chaînes auxquelles elles tiennent.

On avoit cru que les montagnes ſe propageoient toutes dans une ſeule direction, & que leurs chaînes s'étendoient de l'orient à l'occident. Mais cela n'eſt point exact; & pour le prouver, je vais donner un apperçu

général des principales chaînes qui traverſent la ſurface du globe (PL. III).

Elles partent ordinairement du centre des continens, & affectent les figures qu'ont ces continens eux-mêmes, qui n'en doivent être regardés que comme des prolongemens.

§. CCVI. Dans l'Amérique ſeptentrionale, les montagnes dites de l'oueſt ſont les centres de celles de cette contrée. C'eſt de leurs flancs que ſortent le fleuve Saint-Laurent & le Miſſiſſipi, les deux plus grands fleuves de cette partie du Monde, & quelques autres moins conſidérables qui ſe jettent dans la mer Pacifique, à l'oueſt, & dans la baie d'Hudſon, au nord.

Les monts Apalaches ſont un des rameaux de cette chaîne, & fourniſſent toutes les grandes rivières qui arroſent les États-Unis, telles que la Delawarre, la Cheſapéak...

La grande chaîne s'étend au nord du nouveau Mexique, & du Mexique, traverſe la nouvelle Eſpagne; & par le détroit de Panama, elle va communiquer aux grandes chaînes du Pérou.

Cette chaîne fournit pluſieurs grands fleuves, qui vont ſe rendre dans le golfe du Mexique; les plus conſidérables ſont:

La rivière aux Canes.
Rio-Bravo.
Rio de Palma.

Elle donne au ſud quelques petites rivières, qui ſe jettent dans la mer Merveille & dans la mer Pacifique.

Les montagnes de Cuſco, de Quito, & des environs, ſont le centre de celles de l'Amérique méridionale. Elles fourniſſent l'Amazone, le plus grand fleuve de l'Univers, qui ſort du lac Lauricocha. L'Orenoque, Rio-Grande, & d'autres rivières immenſes en deſcendent également.

Cette même chaîne s'étend juſqu'au détroit de Magellan & fournit la rivière Saint-François, la Plata & pluſieurs autres.

Toutes ces maſſes énormes de montagnes qui traverſent l'Amérique du nord au ſud, & verſent de ſi grands fleuves dans l'Océan Atlantique, ne donnent que quelques filets d'eau dans la mer du Sud.

§. CCVII. Les montagnes de l'Abyſſinie ſont le point central de celles d'Afrique, & s'étendent du nord au ſud depuis la Méditerranée juſqu'au cap de Bonne-Eſpérance. Elles fourniſſent les ſeules rivières de ce continent qu'on puiſſe appeler fleuves.

1°. Le Nil, qui ſort du lac Gambea, & va au nord ſe jeter dans la Méditerranée.

2°. Le Niger, qui ſort du lac Bournou, mais dont la rivière Gombarou, qui ſe jette dans ce lac, doit être regardée comme la ſource. Elle ſort des montagnes de l'Abyſſinie.

3°. La Gambie.

4°. Le Zaire ou Cacongo.

5°. La Coanza.

6°. Le Cumeni ou Bravaghul.

Tous ces fleuves verſent leurs eaux dans l'Océan Atlantique.

7°. La Couama ou Zambeze, dont quelques branches viennent du grand lac Maravi.

8°. La Zebée.

9°. La Haouache.

Ces rivières & pluſieurs autres moins conſidérables, ſe jettent à l'orient, dans la mer des Indes.

Le mont Atlas eſt un autre rameau de ces montagnes, qui fournit auſſi différentes rivières ſur la côte de Barbarie & dans le royaume de Maroc. Quelques-unes, telles que celle de Tafilet, de Zis, de Ghir... ſe perdent dans des lacs.

§. CCVIII. L'Aſie a une chaîne principale de montagnes qui la diviſent en ſeptentrionale & méridionale. Elles s'étendent de-

puis le mont Taurus, ſur les bords de la Méditerranée, juſqu'au ord de l a Chine, l'Océan oriental, ſur les confins de la Corée.

On y peut diſtinguer trois points principaux, la grande chaîne du Taurus, du côté d'Erzeron & de l'Arménie, qui fournit au midi :

L'Euphrate,

Le Tigre,

Quelques petites rivières au nord, dans la mer Noire & la Caſpienne,

Et le Kur,

Et l'Aras qui ſe jettent dans la Caſpienne.

Les monts Imaüs & les montagnes du Tibet, dont le centre paroît être du côté de la grande Bukharie, fourniſſent au midi :

L'Indus,

Le Gange qui ſe verſent dans l'Océan Indien,

Le Gihon,

Le Sihon ou Sideroxas qui ſe jettent dans l'Aral.

Ces chaînes s'étendent d'un côté au nord & vont former les monts Ourals. Les fleuves qui ſortent de ces nouvelles chaînes ſont :

Le Jaik ou Oural,

La Kama.

La Viſtule,
L'Oder.
L'Elbe.

Les monts Krapacks ſe continuent par les montagnes de la Bohême, celles de la Souabe, le long du Danube juſqu'aux Alpes, dont elles forment un des principaux rameaux.

Car les Alpes doivent être regardées comme le centre principal des montagnes d'Europe. Le mont Saint-Gothard & ſes rameaux fourniſſent les plus grands fleuves de cette partie du monde.

Le Danube, à l'orient,
Le Rhin, au nord,
Le Rhône, à l'occident,
Le Pô au ſud-eſt.

Une des chaînes des Alpes, paſſant par le Tirol, traverſe la Dalmatie, & va former les montagnes de l'Epire, de la Macédoine ou Albanie, de la Romanie, & ſe termine à la mer Noire, du côté de Maſſoura. Ce rameau fournit au nord :

La Drave,
La Save,

Et autres rivières qui ſe jettent dans le Danube;

Et au midi & au ſud-eſt;

Le Penée & quelques autres petits fleuves

qui ſe jettent dans la mer Egée & la mer de Marmara.

Une des branches de cette chaîne s'étend par la Theſſalie, la Livonie, les îles de l'Archipel juſqu'à Rhodes, & delà, au mont Taurus dans la Caramanie, & va communiquer aux grandes chaînes d'Aſie, du côté d'Erzeron.

Un troiſième rameau des Alpes s'étend le long du Rhin, & va former les Voſges, d'où ſortent :

La Mozelle,
La Meuſe,

Et différens rameaux du Rhin.

Un quatrième rameau, formant le Jura, s'étend dans les ci-devant Franche-Comté, Champagne & Bourgogne. Il fournit :

La Marne,
La Seine,
La Saône.

Un cinquième rameau s'étend juſqu'à Monaco ; il en ſort d'un côté :

L'Isère,
La Durance,
Le Var ;

Et de l'autre côté, différentes rivières qui ſe jettent dans le Pô.

Ce rameau s'étendant du côté de Thin, va

communiquer aux Cévennes, qu'on doit regarder comme le centre principal des montagnes de la France. Celles-ci donnent naiſſance à un grand nombre de rivières :

La Loire.
L'Allier.
Le Cher.
La Charente.
La Dordogne.
La Garonne.
L'Ardèche.

Les Cévennes s'étendent par le pays de Foix.

Les Pyrénées, qui communiquent par ce rameau aux Cévennes, ſont un autre centre. Elles donnent à la Méditerranée :

Le Teck,
La Teſt,
L'Aude ;

Et à l'orient :

L'Adour.

Du côté de l'Eſpagne, elles fourniſſent :

L'Ebre,
La Bidaſſoa.

Les Pyrénées donnent des rameaux qui vont communiquer avec les montagnes des Aſturies, de la Caſtille & de l'Eſtramadure, & s'étendent juſqu'à l'Océan, du côté de

Lisbonne & du cap de Finiſtère. Celles-ci fourniſſent :

Le Miniho.
Le Douro.
Le Tage.
La Guadiana.
Le Guadalquivir.
La Ségura.

Ces chaînes d'Eſpagne vont enſuite communiquer par Gibraltar, avec Ceuta & le mont Atlas.

§. CCX. Ces grandes chaînes de montagnes donnent naiſſance, dans leurs écartemens, aux vallées. A meſure que ces vallées s'éloignent des montagnes, elles s'élargiſſent peu-à-peu, & vont former les plaines.

C'eſt dans ces vallées & dans ces plaines que coulent tous les ruiſſeaux, toutes les rivières, & tous les grands fleuves.

Dans les hautes montagnes, les vallées ſont étroites & rapides, & d'autant plus que les montagnes ſont roides & eſcarpées.

A meſure que les montagnes s'abaiſſent, les vallées s'élargiſſent. Leur pente diminue, & naiſſent des plaines plus ou moins étendues. Elles ſont coupées par de petites montagnes, de petites collines qui les bordent ordinairement des deux côtés.

C'eſt entre ces petits côteaux que coulent les rivières & les fleuves. Leurs eaux vont ordinairement frapper contre les baſes de ces collines, qu'elles rongent en ſe jetant tantôt d'un côté, tantôt de l'autre. Elles forment ainſi des eſpèces de falaiſes au milieu des continens.

Les plaines ſont beaucoup plus étendues que les chaînes des montagnes, & elles forment la majeure partie de la ſurface du globe.

En Afrique, les plaines ſont peut-être plus des neuf dixièmes de la ſurface de ce continent. Car en partant des montagnes de l'Abyſſinie, comme centre principal, on trouve, au nord, une plaine immenſe, bornée par la mer Rouge, & qui s'étend le long de la Méditerranée juſqu'au mont Atlas. Elle comprend l'Egypte & la Barbarie.

Cette plaine s'étend, à l'oueſt, par les déſerts de Shara, le long du Sénégal, juſqu'à la mer Atlantique.

La grande chaîne des montagnes ſe propage par les monts Leupata juſqu'au Cap. Elle donne naiſſance, du côté de l'oueſt, à différentes vallées, à différens fleuves. Mais toutes ces vallées ne forment, pour ainſi dire, qu'une ſeule & vaſte plaine, qui borde toute la côte

de l'Océan Atlantique. Cette plaine eſt coupée par quelques collines qui accompagnent le cours des fleuves.

Cette plaine remonte, à l'orient, le long de l'Océan Indien, par le Monomotapa, juſqu'aux montagnes de l'Abyſſinie. Mais elle eſt moins étendue que celle des côtes de l'Océan Atlantique.

L'Aſie préſente des plaines non moins vaſtes que celles d'Afrique : & comme ſes principales chaînes de montagnes ſont au milieu des continens, leurs pentes ſont, en général, douces. De grands fleuves coulent vers tous les points de l'horizon.

Ces plaines commencent dans les déſerts de l'Arabie, qui ne ſont ſéparés de l'Egypte que par la mer Rouge.

Il y a, le long de cette mer, quelques montagnes eſcarpées. Elles communiquent à la chaîne du Liban, & ſe propagent le long de la Méditerranée, traverſent l'Aſie mineure, & vont juſqu'à la mer Noire, où elles communiquent avec la grande chaîne.

Ce rameau ſépare les eaux qui ſe verſent dans la mer Rouge & dans la Méditerranée, de celles qui coulent, à l'orient, dans l'Euphrate & dans le golfe Perſique.

Les plaines de la Méſopotamie, où coulent

l'Euphrate & le Tigre, ſont extrêmement étendues. Elles ſe prolongent en Perſe, dans l'Inde, & dans la Chine juſqu'à la Corée, où paroît ſe terminer la grande chaîne.

Les plaines recommencent enſuite de l'autre côté de la Corée, le long de l'Amour, & s'étendent juſqu'aux monts Ourals.

Elles reparoiſſent au-delà de l'Oural, & s'étendent juſqu'à la Baltique. Celles-ci ſont coupées par les monts Valdaï, qui s'élèvent au milieu de ce continent. Mais leur hauteur eſt peu conſidérable.

Le cours prolongé de tous les grands fleuves de l'Aſie annonce aſſez l'étendue des plaines immenſes qu'ils arroſent.

Nulle partie du monde n'a d'auſſi grandes maſſes de montagnes que l'Amérique. Cependant on y trouve encore de vaſtes plaines.

Les Cordilières de l'Amérique méridionale ont une pente extrêmement rapide du côté de la mer Pacifique, & on n'y voit preſque ni plaines ni rivières. Les eaux n'y forment que quelques petits torrens.

Mais du côté de l'orient, il y a des plaines aſſez conſidérables depuis le Chili juſqu'à Carthagène. Il faut convenir néanmoins que ces plaines ſont traverſées par de grandes chaînes de montagnes qui ſéparent les vallées, où

coulent les grands fleuves de l'Amazone, de l'Orénoque, de Rio-Grande, de la Plata.

La première de ces chaînes ſépare le baſſin de la rivière de la Plata de celui de la rivière Saint-François.

Une ſeconde chaîne ſépare ce dernier baſſin de celui de la rivière des Amazones.

Une autre chaîne ſépare l'Amazone de l'Orénoque.

La chaîne des montagnes de Panama, dans l'Amérique ſeptentrionale, eſt roide des deux côtés, & ne laiſſe preſque point de plaines.

Mais le Mexique a des plaines étendues du côté de l'orient. Elles paroiſſent moins conſidérables du côté de la mer du Sud.

La plaine où coule le Miſſiſſipi eſt une des plus étendues du globe.

Cette plaine de la Louiſiane n'eſt ſéparée de celle du Canada, où coule le Saint-Laurent, que par les monts Apalaches; & il y a encore de grandes plaines le long des rivières qui en ſortent.

Le Labrador, les côtes de la baie d'Hudſon, renferment auſſi des plaines; mais ces contrées ne ſont pas encore bien connues.

On peut donc aſſurer que, même dans

l'Amérique, les plaines ſont plus étendues que les montagnes.

L'Europe préſente beaucoup moins de plaines que l'Aſie & l'Afrique, à proportion de ſon étendue. Elle eſt coupée de tout côté par de grandes maſſes de montagnes, & par des mers Méditerranées. Néanmoins il y a encore de vaſtes plaines.

La Ruſſie d'Europe offre des plaines étendues depuis les monts Ourals juſqu'à la Baltique, comme nous l'avons vu. Ces plaines ſont traverſées par la Dwina, qui ſe jette dans la mer Blanche, par la Néva & par l'autre Dwina. Ces fleuves viennent des monts Valdaï, qui ſéparent les eaux qui ſe verſent de ces côtés de celles qui ſe jettent dans la Caſpienne & la mer Noire.

Cette plaine ſe prolonge le long de l'Océan par la Courlande, la Pruſſe, la Pologne, le Brandebourg, la Baſſe-Saxe, la Hollande, le Brabant, & la France juſqu'aux Pyrénées. Des fleuves aſſez conſidérables, venant des monts Valdaï, des Krapacks & des Alpes, arroſent ces différentes plaines.

Les Pyrénées coupent cette plaine, & la partie occidentale d'Eſpagne eſt preſque toute de montagnes dont les pentes ſont roides.

La plaine recommence du côté du Portugal, &

& s'étend le long de la Méditerranée juſqu'aux Pyrénées orientales.

Les plaines ſont peu étendues en France le long de la Méditerranée, & ſur les côtes d'Italie, juſqu'à la vallée du Pô, laquelle eſt très-conſidérable.

A l'orient des Alpes, des Krapacks & des Valdaï, on retrouve des plaines immenſes en Baſſe-Autriche, en Hongrie, en Valaquie, en Moldavie, & tout le long de la mer Noire.

Toutes les grandes chaînes de montagnes partent donc à-peu-près du centre des continens. Elles s'étendent en différens ſens, & viennent, le plus ſouvent, ſe perdre en pente douce ſur les côtes de l'Océan. D'autres fois, elles y forment néanmoins des falaiſes plus ou moins élevées.

Mais ces chaînes paroiſſent ſe continuer dans le ſein même des mers: & à meſure que celles-ci s'abaiſſeront, on verra des terreins qu'elles couvrent, ſortir des montagnes, des vallées & des plaines.

Les géographes, & ſur-tout Buache, ont dreſſé d'avance des cartes de ces lieux ſous-marins, dans leſquelles ils ont tracé ces chaînes de montagnes, encore couvertes des eaux On voit, dans la mappemonde ci-jointe

(*planch. III*), quelques-unes de ces chaînes. On a ſuivi, pour les tracer, les chaînes des îles & les bas-fonds marqués par les voyageurs.

La première de ces chaînes ſous-marines part des côtes d'Afrique par les 10 degrés de latitude auſtrale, & va ſe rendre ſur les côtes du Bréſil. C'eſt la prolongation de la chaîne qui ſépare le Zaïre du Niger, laquelle va communiquer avec la chaîne qui ſépare la rivière de Saint-François d'avec celle de Rio-grande & des Amazones.

On peut ſoupçonner une autre chaîne qui vient des Antilles, paſſe aux îles du Cap-Vert, va ſe rendre aux Canaries & à la côte de Maroc, & de-là à l'Atlas.

Il y a une troiſième chaîne qui s'étend le long des bancs de Terre-Neuve, vient paſſer aux Açores, & ſe rend ſur les côtes de Portugal.

La mer Paciſique préſente deux grandes chaînes de montagnes ſous-marines, indiquées par cette multitude d'îles qui ſe trouvent preſque ſous chaque tropique.

La chaîne méridionale va communiquer avec les montagnes de la Nouvelle-Zélande d'un côté, & celle de la Nouvelle-Hollande de l'autre.

Et la chaîne ſeptentrionale va communiquer par les îles Mariannes aux côtes de la Chine & du Japon.

Enfin, il y a une autre chaîne qui, des Maldives, s'étend par les îles de l'Amirauté, les îles de France, Madagaſcar, & va communiquer avec la chaîne du continent qui ſépare les eaux de la Couoma de celles de la Zébée.

On peut ſuppoſer que la chaîne qui vient ſe rendre à l'île Socotora, eſt une continuation de celles de l'Arabie, qui ſe prolongent le long de la mer Rouge.

Il y a un grand nombre d'autres chaînes moins conſidérables. Les grands bancs de ſable, dont nous parlerons, nous en indiqueront quelques-unes. Tels ſont le grand banc appelé le Borneur, qui part de la mer d'Allemagne, & fait le tour de l'Angleterre & d'une partie de l'Ecoſſe; le banc qui du promontoire des Sept-Caps, ſur la côte de Barbarie, s'étend juſqu'au golfe de Lion....

DES TERREINS PRIMITIFS ET SECONDAIRES.

§. CCXI. On diſtingue les différens terreins dont eſt formé la ſurfacee du globe, à raiſon des matières qui les compoſent, en

Granits.
Porphyres.
Kneis.
Calcaires ſecondaires.
Schiſtes.
Bitumes.
Calcaires tertiaires.
Gypſes.
Terreins métalliques.
Terreins volcaniques.

Car c'eſt un phénomène conſtant que chacune de ces matières eſt placée ſéparément, & ne ſe confond nullement avec celles d'une eſpèce différente. Le calcaire tient au calcaire; le granitique au granitique . . . S'il ſe trouve quelque mélange de ces différentes ſubſtances, ce n'eſt que par accident, & très-rarement. Il faut en excepter les terreins volcaniques, qui ſont confondus avec tous les autres.

Toutes ces matières, en ſe dépoſant, ont

donc ſuivi les loix des affinités. C'eſt un des plus grands phénomènes de la Géologie, qu'il ne faut jamais perdre de vue.

On peut rapporter ces terreins à deux grandes claſſes, les uns dits primitifs, les autres appelés ſecondaires. Chacun d'eux ſe ſous-diviſe en pluſieurs autres.

DES TERREINS PRIMITIFS.

§. CCXII. La ſtructure de ces terreins mérite toute l'attention du géologue, parce qu'ils paroiſſent faire la baſe de la maſſe du globe. Ils forment d'énormes maſſes de criſtaux, dépoſés confuſément les uns avec les autres (§. CLI).

Ces maſſes ne ſont ni par bancs ni par couches, comme l'ont prétendu de ſavans naturaliſtes. J'ai parcouru une grande quantité de terreins primitifs, & je n'y ai jamais vu de couches. Quelquefois on apperçoit des maſſes aſſez conſidérables de granits, ayant une figure preſque rhomboïdale, ſuperpoſées les unes ſur les autres. Mais on ne ſauroit regarder ces ſuperpoſitions pour des couches, puiſqu'elles n'ont rien de régulier, & que ces maſſes, preſque rhomboïdales, ne ſe rencontrent que très-rarement. Le plus ſouvent ces granits ſont fendillés en différens

ſens. Ces ſciſſures ſe correſpondent quelquefois: ce qu'on prendroit, au premier coup-d'œil, pour des eſpèces de couches. Mais un examen plus approfondi en fait bientôt reconnoître la différence.

Les terreins primitifs ſont en général compoſés de granits & de porphyres. Mais ce ſont les granits qui en font la majeure partie.

Les élémens des granits ſont le quartz, le feld-ſpath, la tourmaline, l'hornblende & le mica. On y rencontre encore quelquefois d'autres ſubſtances, telles que des grenats & d'autres pierres précieuſes.

Le porphyre ne ſe rencontre également que dans les terreins primitifs. Il y eſt très-abondant, & ſe trouve ſouvent mélangé avec les granits.

Les pétro-ſilex, les trapps, les cornéènes, ou pierres de corne, ſe trouvent auſſi dans les montagnes primitives. Mais ils n'y ſont pas ordinairement en maſſes auſſi conſidérables que les autres ſubſtances dont nous venons de parler.

L'amianthe, l'asbeſte, la ſerpentine, la trémolite, & la plus grande partie des pierres magnéſiennes, appartiennent également aux terreins primitifs. Elles y forment des maſſes plus ou moins conſidérables.

Le quartz en maſſe, ou criſtalliſé ſous le nom de *criſtal de roche*, ne ſe trouve que dans ces terreins. Les beaux morceaux ſont dans de petites cavités, appelées *four à criſtal*. Il y eſt quelquefois enveloppé de ſtéatite d'un gris-blanc; d'autres fois elle eſt verte. Il s'y trouve auſſi de l'argile... Le criſtal lui-même eſt ſouvent mélangé avec de l'amianthe, de la tourmaline, la criſpite ou ſchorl rouge...

Le criſtal de roche des granits & des porphyres eſt quelquefois criſtalliſé, mais rarement. Il faut en excepter celui qui eſt dans des géodes ou petits vides, qui ſe rencontrent quelquefois dans ces maſſes.

Dans les filons métalliques, il y a beaucoup de quartz criſtalliſés, mêlangés avec des ſpaths peſans, des ſpats calcaires, des ſpaths perlés, des ſpaths fluors...

Il ſe trouve encore dans ces terreins primitifs des pierres précieuſes ou gemmes, des ſaphirs, des rubis, des émeraudes, des aigues-marines, des topazes, des hyacinthes, des chryſolites, des jargons, des corrindons..... Ces gemmes ſont élaborées avec beaucoup de ſoin par la nature. Elle les dépoſe quelquefois dans la maſſe des granits; mais c'eſt le plus ſouvent dans des cavités particulières, & dans les terreins ſecondaires primitifs.

Les ſchorls, qui comprennent les tourmalines, les ceylanites, les cyanites, les yanolites, les thallites, les leucollites, les criſpites, l'oiſanite..... ſe rencontrent dans ces terreins.

Enfin les ſpaths fluors s'y trouvent également. C'eſt ſur-tout dans les filons métalliques qu'ils ſont fort abondans. Ils y ſont mélangés avec d'autres criſtaux, comme nous l'avons dit.

Les ſpaths peſants ſe rencontrent encore dans les terreins primitifs. Quelquefois ils y ſont en grande maſſe : mais le plus ſouvent ils ſont dans les filons métalliques, ſous forme de criſtaux.

On trouve auſſi dans ces terreins de l'argile. Elle eſt mélangée avec une grande quantité de parties quartzeuſes. Cette argile n'eſt point à l'état de ſchiſte ; mais elle eſt dépoſée en maſſe.

Néanmoins ces terreins primitifs contiennent des matières calcaires. Nous avons vu que dans l'analyſe qu'on a faite de leurs pierres, on en retire une certaine quantité de terre calcaire.

Indépendamment de cette terre, on y trouve des ſpaths calcaires criſtalliſés, en aſſez gros volume, dans les fours à criſtaux, dans les filons métalliques.....

Mais la pierre calcaire ſe rencontre même en grandes maſſes dans ces terreins. J'ai vu

dans les montagnes granitiques du Beaujolois, de grandes maſſes de pierre calcaire, des marbres primitifs dont on fait de la chaux. Il y en a des carrières en exploitation au haut de la ville de Thizi, à la Farge proche de Propieres, à Saint-Germain la Montagne.....

Montet en a également trouvé dans les terreins primitifs des Cévennes.

DES TERREINS SECONDAIRES PRIMITIFS, OU DES KNÉIS.

§. CCXIII. On appelle terreins ſecondaires primitifs, ceux qui ſont compoſés à peu près des mêmes ſubſtances que nous venons de voir, mais qui ſont dépoſées par couches. Ce ſont les granits feuilletés, nommés kneis ou gneis (§. CLIII).

Ces kneis contiennent à peu près les mêmes élémens que le granit; ſavoir, quartz, feld-ſpath, tourmaline, hornblende & mica; mais ils en diffèrent en ce que la réunion de ces ſubſtances n'eſt point une criſtalliſation régulière comme dans les granits & les porphyres: c'eſt un tiſſu feuilleté dans lequel le mica domine; il s'y trouve une certaine quantité de quartz, très-peu de feld-ſpath & encore plus rarement de la tourmaline ou hornblende.

Les kneis peuvent, comme les granits, con-

tenir la plus grande partie des pierres précieuſes, des ſchorls, des pierres magnéſiennes & des pierres argileuſes. On y rencontre particuliè-rement les grenats, les granatites, les ſtaurolites, les yanolites, les thallites, les asbeſtes, les amianthes.....

Les pétro-ſilex, les trapps, les cornéènes s'y trouvent auſſi fréquemment.

C'eſt encore dans ces terreins ſecondaires primitifs que ſont la majeure partie des pierres magnéſiennes, tels que talc, ſerpentine, ollaire, jade....

Enfin ils contiennent les plus riches filons métalliques : & ces filons renferment des criſtaux de quartz, de ſpaths fluors, de ſpaths peſans, de ſpaths perlés, de ſpaths calcaires.

Les kneis ſont très-abondans dans les grandes montagnes primitives; ils ſont contigus aux granits & les recouvrent ſouvent. C'eſt ce que préſentent par-tout les grandes chaînes, les Cordilières, les Altaï, les Krapacks, les Alpes, les Pyrénées.... Le Mont-Cénis, le Mont-Roſa, & toutes les baſes du Mont-Blanc, contiennent une très-grande quantité de ces knéis.

On trouve mélangées avec les knéis des pierres calcaires, mais qui ne contiennent aucuns débris d'êtres organiſés. C'eſt particuliè-rement dans ces terreins que ſont les marbres

dits ſalins, comme celui de Carrare, parce que le grain de la criſtalliſation eſt gros, & n'offre pas des lames minces comme dans les autres marbres.

DES TERREINS CALCAIRES SECONDAIRES.

§. CCXIV. Auprès des kneis, commencent les grandes couches de pierres calcaires, qui compoſent la majeure partie de la ſurface du globe. Il faut les diſtinguer en deux claſſes, qui ſont aſſez bien prononcées.

Les premières, qui ſont celles dont nous parlons, contiennent très-peu de coquilles; quelquefois même on a de la peine à y en trouver.

Cette pierre eſt en général aſſez dure. Quelques-unes ont une caſſure concoïde approchant de celle du ſilex.

DES TERREINS CALCAIRES COQUILLIERS, OU DES TERREINS TERTIAIRES.

§. CCXV. Les terreins calcaires coquilliers, ou les terreins tertiaires, diffèrent de ceux dont nous venons de parler en ce qu'ils contiennent une très-grande quantité de coquilles, d'os & de dépouilles d'êtres organiſés. Il eſt des pierres calcaires qui paroiſſent

preſque entièrement compoſées de ces débris.

Toutes les pierres des environs de Paris en contiennent une quantité prodigieuſe, qui forment ſouvent différens lits dans le même banc.

Les Falhuns de la Touraine ne ſont que des détritus de coquilles, de madrépores, d'os de poiſſons. Ils occupent plus de neuf lieues quarrées ſur une profondeur de vingt pieds.

Les craies paroiſſent également toutes formées de débris de coquilles.

Cette quantité de coquilles, qui ſe rencontrent dans ces terreins, indique aſſez l'époque de leur formation. Elle doit être rapportée à des tems moins reculés, où la multiplication des es organiſés étoit prodigieuſe.

DES TERREINS GYPSEUX.

§. CCXVI. Les gypſes contiennent ordinairement beaucoup d'os foſſiles, de toutes ſortes de dimenſions, tels que des mâchoires avec leurs dents, des grands os..... des écailles de tortue..... Mais on y rencontre très-rarement des coquilles. Il n'eſt donc pas douteux que leur formation date de la même époque que les couches coquillières. Auſſi

les trouve-t-on dans les mêmes terreins. Ils ſont toujours dépoſés par couches.

Mais un fait qui mérite bien d'être remarqué, c'eſt qu'on a trouvé, à Montmartre, au milieu des blocs de gypſe à plus de 50 pieds de profondeur, deux morceaux de fer qui paroiſſent avoir été travaillés. L'un avoit la forme d'une eſpèce de clef, il eſt cité par Lamanon (*Journal de Phyſique*, *année* 1780, *mois de Décembre*) : & l'autre morceau de fer a la forme de la moitié d'un fer à cheval. Il eſt dépoſé dans le cabinet des mines à Paris. Ces faits annonceroient que la formation de ce gypſe eſt poſtérieure à l'établiſſement des ſociétés d'hommes ou autres êtres qui employoient ces métaux.

On a, néanmoins, trouvé des gypſes qui ne contiennent aucuns débris d'êtres organiſés : il y en a dans la vallée de Chamouni.

Ceci prouveroit qu'il peut y avoir des gypſes, comme des pierres calcaires, dont la formation ſoit antérieure à celle des êtres organiſés.

On dit même qu'on a trouvé dans les montagnes primitives, du gypſe, comme au Mont-Saint-Gothard (1).

(1) Dolomieu, *Journal de Phyſique*, 1794, p. 183.

DES TERREINS SCHISTEUX.

§. CCXVII. On rencontre, dans les mêmes terreins, des ſchiſtes chargés d'impreſſions d'animaux, tels que des poiſſons & de végétaux, tels que des roſeaux, des bambous, des fougères..... ce ſont particulièrement ceux qui recouvrent les bitumes.

Ces ſchiſtes ſont dépoſés le plus ſouvent par couches plus ou moins inclinées. Ils contiennent ordinairement beaucoup de fer, ſur-tout des pyrites qui paroiſſent s'y former journellement.

DES COUCHES BITUMINEUSES.

§. CCXVIII. Les charbons de terre, ou bitumes, ſe trouvent toujours dans les terreins ſecondaires. On n'en a jamais vu dans les terreins primitifs, dans les kneis, ni même dans les terreins calcaires ſecondaires.

DES TERREINS MÉTALLIQUES.

§. CCXIX. Quant aux ſubſtances métalliques, elles ſont dans toutes les différentes eſpèces de terreins, dans les primitifs, dans les kneis, dans les ſchiſtes, dans les bitumes, dans les terreins calcaires.

Il n'y a peut-être que les gypſes où on
:n ait pas trouvé ; au moins je ne con-
is point d'obſervations de filons métalliques
ns des gypſes.

§. CCXX. Les ſubſtances qui compoſent
ıtes ces dernières eſpèces de terreins, ſont
ſolument différentes de celles qui forment
terreins primitifs & les kneis. La majeure
rtie eſt de terre ou pierre calcaire de toutes
)èces, marbres divers, pierre à chaux,
rre commune à bâtir, craie, marne, gyp-
, ſchiſtes, bitumes....

L'analyſe retire de ces différentes eſpèces
pierres calcaires, une quantité aſſez con-
érable de terre argileuſe & de terre quart-
ıſe.

Il s'y trouve auſſi aſſez ſouvent de la ma-
éſie.

Les chaux de fer y ſont très-abondantes.
Enfin on y rencontre quelquefois de la
ınganèſe.

Ainſi on ne peut regarder comme pierres
lcaires pures, que les ſpaths calcaires criſ-
liſés & quelques marbres blancs.

Indépendamment de ces parties quartzeuſes,
ıſi mélangées avec la terre calcaire, on
)uve ſouvent, dans les terreins calcaires,

une assez grande quantité de pierres quartzeuses. Ces pierres sont de deux espèces.

Les premières sont les grès. Ceux-ci sont une agglutination de sable quartzeux. Ce sable est réuni le plus souvent par un ciment calcaire. On doit supposer que des eaux tenant en dissolution de la terre calcaire aérée, ont coulé sur des sables, & les ont enveloppés. Quelquefois cette terre calcaire a cristallisé, comme on le voit dans les grès cristallisés de Fontainebleau.

L'autre espèce de pierres quartzeuses qui se trouve dans les couches calcaires, est le caillou ou silex proprement dit, ainsi que la pierre meulière qui n'est qu'une espèce de silex. Cette dernière se rencontre plus souvent dans les couches marneuses ou même argileuses.

Les cailloux ou silex sont ordinairement dans les craies, dans lesquelles ils forment des espèces de bancs séparés par des couches plus ou moins épaisses de craie. Nous avons vu qu'il paroît que les cailloux ont été formés dans ces craies (§. CV).

Les argiles sont fort communes dans ces espèces de terreins. Quelquefois elles sont par couches assez épaisses, & plus ou moins étendues.

étendues. On y rencontre aſſez ſouvent des pyrites.

Ces argiles ſont fréquemment mélangées avec la terre calcaire, & forment des eſpèces de marne, ou ſchiſte marneux.

Ces marnes, ou ces argiles, forment ſouvent des couches très-minces, entre des couches plus épaiſſes de pierres calcaires, de gypſe... car tous les grands bancs ſont ſéparés par des couches minces d'une ſubſtance étrangère, qui eſt ordinairement de l'argile ou de la marne.

La plupart des argiles ſont colorées par les chaux de fer. On en rencontre très-peu qui ſoient blanches, & qui, au feu, n'acquièrent une couleur plus ou moins rouge.

Quelques-unes ſont colorées par des chaux de manganèſe, de cuivre, ou de nickel. Mais cela eſt plus rare.

Enfin il eſt des argiles colorées par des matières bitumineuſes, mais en aſſez petite quantité pour ſe diſſiper au feu, ſans laiſſer de traces ſenſibles de matière charbonneuſe, & pour-lors, l'argile devient blanche.

Les ſchiſtes, ſi abondans dans ces terreins, ne ſont encore que des eſpèces de pierres argileuſes. Ils ſe délitent facilement en feuil-

lets plus ou moins épais. Ceux qui ſont minces & ont beaucoup de conſiſtance, forment l'ardoiſe ; les autres forment des tables plus épaiſſes. Les ſchiſtes ſont fréquemment remplis d'impreſſions de plantes, de poiſſons....

Les mines de charbons ſe rencontrent ordinairement dans ces ſchiſtes : & ce ſont ceux-là qui offrent le plus d'impreſſions de débris d'êtres organiſés.

Les ſchiſtes contiennent fréquemment des pyrites, qui les colorent en ſe décompoſant. C'eſt à cette cauſe qu'eſt due la couleur de l'ardoiſe & de la plupart des ſchiſtes.

L'acide vitriolique, formé par la décompoſition de ces pyrites, ſe combine avec le fer, l'argile, la magnéſie..... & produit des vitriols de fer, de magnéſie, du gypſe, de l'alun....

Enfin ces pyrites s'enflamment quelquefois & mettent le feu aux charbons.

DES CHAINES DES MONTAGNES.

§. CCXXI. Après avoir conſidéré en détail la nature des différens terreins qui compoſent la ſurface du globe, examinons-les en maſſes.

Les montagnes granitiques s'offrent les

premières aux regards de l'obſervateur. Leurs pics ſourcilleux ont quelque choſe de triſte. La végétation y languit. Elles recèlent ſouvent dans leur ſein des filons métalliques. Leurs ſommets les plus élevés ſont couverts de glaces qui ne fondent plus; & de leurs flancs ſortent les plus grands fleuves du globe. Des ſources d'eaux limpides & pures arroſent de toutes parts leurs pentes rapides.

Ces montagnes primitives paroiſſent former les ſommités les plus élevées du globe. La plupart de ces hauts pics, qui ſe perdent dans les nues, ſont de granit ou de porphyre. Ils dominent toujours les montagnes ſecondaires. Il ne faut en excepter que quelques pics volcaniques. Au moins n'en connoiſſons-nous aucune plus haute que Chimboraco, un pic volcanique des Cordilières méridionales, qui a 3217 toiſes au-deſſus du niveau de la mer.

A côté de celles-ci ſe montrent les terreins ſecondaires. Ceux-là ont un aſpect tout différent. Leur face eſt riante. Les productions végétales y ſont vigoureuſes, parce que leur ſurface eſt en général une eſpèce de marne compoſée de terre calcaire & d'argile. Les fontaines y ſont moins communes; les eaux courantes ſe perdent dans les fentes dont ces

terreins ſont remplis. Elles ſont enſuite retenues par des lits d'argile, ou des bancs de pierre : & pour lors ces fontaines paroiſſent ſous forme d'aſſez gros ruiſſeaux.

Les montagnes ſecondaires ſont conſtamment moins hautes que les primitives. Leurs chaînes marchent le long des premières, & toujours dans la même direction : mais elles s'abaiſſent avec elles, & ſont par-tout moins élevées. C'eſt ce dont s'aſſureront facilement les obſervateurs voyageurs (*pl. VII*).

Dans les Alpes, on voit par-tout les chaînes primitives dominer. Le Mont-Blanc & tous ſes rameaux, ſont plus élevés que les montagnes calcaires qui ſont dans leur voiſinage ; le Buet, élevé de 1579 toiſes, le Bonhomme, élevé de 1255 toiſes, le Breven, élevé de 1306 toiſes...

Les Pyrénées préſentent également leurs pics granitiques au-deſſus des calcaires. Quelques-uns de ceux-ci ſont cependant très-élevés. Le pic du midi, qui eſt calcaire, a 1457 toiſes... Néanmoins, dans cette chaîne, les montagnes granitiques ſe détruiſent avec une grande facilité. Les granits ſont tendres, & ſont facilement décompoſés par l'action des climats. Les montagnes calcaires, au contraire, y réſiſtent davantage à l'action des

tems & des agens extérieurs. Elles auront donc moins perdu de leur élévation primitive, & pourront paroître quelquefois avoir la même hauteur que les granitiques. Mais elles ne l'ont pas eu dans l'origine.

Dans les Cordilières, ſe trouvent des montagnes coquillières à une grande hauteur, puiſqu'on y a trouvé des coquilles à 2337 toiſes d'élévation. Mais les chaînes granitiques ſurpaſſent encore celles-ci.

Les mêmes phénomènes s'obſervent dans toutes les autres grandes chaînes, au mont Atlas, aux monts Abyſſins, aux monts Valdaï... Auprès des hautes montagnes primitives, on en voit de ſecondaires, toujours un peu moins élevées que celles-ci. Et à meſure que les chaînes granitiques s'abaiſſent, les ſecondaires éprouvent la même diminution proportionnellement: en ſorte qu'on peut dire en général, que les montagnes primitives ſont plus élevées que les ſecondaires qui leur correſpondent.

Cet abaiſſement des montagnes primitives ſe prolonge même juſqu'à la mer, & dans la mer. On voit des chaînes granitiques ſe plonger dans ſes eaux. C'eſt ce qu'offrent preſque par-tout les côtes de France, depuis Cherbourg juſqu'aux ſables d'Olonne. Les côtes

correſpondantes d'Angleterre, dans la principauté de Galles, ſont également granitiques; en ſorte qu'on ne peut guère douter que le granit ne s'étende très-loin dans le ſein de la mer, des deux côtés de la Manche : & ſi cette mer venoit un jour à ſe deſſécher, on retrouveroit peut-être, le prolongement de la chaîne granitique d'une de ces contrées à l'autre ; au moins ne ſeroient-elles ſéparées que par quelques plaines de terreins ſecondaires, comme le ſont, par exemple, les granits de la ci-devant Bretagne & du ci-devant Limouſin. Les granits ſe plongent auſſi dans la mer auprès de Toulon, & peut-être vont-ils communiquer avec ceux de la Corſe. La même choſe s'obſerve ſur un grand nombre de côtes.

§. CCXXII. Des ſavans naturaliſtes ont prétendu que les terreins primitifs étoient toujours ſéparés des ſecondaires par des kneis ou des ſchiſtes. Cela s'obſerve, ajoutent-ils, conſtamment dans les monts Altaï, dans l'Oural . . . On y voit par-tout le kneis ſe trouver entre les deux autres eſpèces de terreins, ſuivant Pallas. Les mêmes phénomènes, diſent-ils, s'obſervent dans les autres grandes chaînes, les Alpes, les Pyrénées. Ferber prétend que toutes les montagnes du Tirol préſentent la même ſtructure.

Je crois qu'on a trop généraliſé les faits particuliers. Il eſt très-vrai que les kneis ſe trouvent ordinairement au bas des grandes chaînes primitives, & que par conſéquent ils les ſéparent des terreins ſecondaires. Mais cela n'arrive qu'aſſez rarement, & c'eſt ordinairement dans les hautes montagnes.

Car, le plus ſouvent, les terreins primitifs ſont contigus avec les ſchiſtes, qui portent les empreintes de débris d'êtres organiſés, & avec les charbons. Nous avons vu que c'eſt dans ces lieux que ſont ordinairement les mines de charbons (§. CLXXXV).

Très-ſouvent encore les terreins calcaires ſecondaires & les coquilliers ſont contigus aux terreins primitifs, & repoſent ſur eux. C'eſt un fait que les obſervateurs auront occaſion de vérifier ſans ceſſe. Il ſeroit donc inutile d'en citer des exemples. Par-tout, dans les grandes montagnes, on voit le calcaire repoſer ſur le granit.

Par conſéquent on a trop généraliſé l'obſervation que les kneis ſéparent toujours les granits primitifs des autres terreins, puiſque les couches calcaires & les ſchiſtes bitumineux ſont ſouvent contigus aux granits.

§. CCXXIII. Il eſt une autre diſtinction

dans les montagnes ſecondaires, qui eſt plus fondée.

Dans la première origine de la formation de ces couches ſecondaires, les êtres animés étoient peu abondans. Par conſéquent, on trouve une très-petite quantité de leurs débris, tels que coquilles, os, plantes . . . dans les montagnes calcaires, qui ont été formées à cette époque, & dont l'élévation atteſte l'ancienneté. Il y a néanmoins quelques coquilles qui prouvent que les êtres organiſés exiſtoient à cette époque de la formation de ces montagnes.

On a appelé ces montagnes *calcaires ſecondaires*, pour les diſtinguer des montagnes *calcaires primitives*, qui ne contiennent aucuns débris d'êtres organiſés, & des montagnes *calcaires tertiaires*, qui ſont tellement remplies de coquilles, que pluſieurs en paroiſſent uniquement compoſées. Car à meſure que les êtres organiſés ſe multiplioient, leurs débris devinrent plus abondans dans les couches contemporaines.

Les charbons ne ſont que des débris des êtres organiſés : & les ſchiſtes, qui leur ſervent de toit & de mur, ſont également remplis d'impreſſions de plantes & de poiſſons.

Quoique les montagnes primitives ſoient

es plus élevées du globe, & qu'elles le parcourent en différens ſens, elles forment cependant la plus petite partie de ſa ſurface, parce qu'elles ont très-peu de largeur. Souvent cette largeur n'eſt que d'une lieue, & même moins. Elle a rarement plus de cinq à ſix lieues.

Ces chaînes primitives ſe prolongent dans la direction des grandes maſſes que nous avons ſuivie. Mais, en s'abaiſſant, elles finiſſent par être recouvertes par les terreins ſecondaires. Il eſt cependant quelques chaînes primitives qui s'étendent juſques ſur les bords de la mer, & ſe prolongent ſous les eaux (§. CCXXI).

La plus grande partie de la ſurface du globe eſt par conſéquent compoſée de terreins ſecondaires; c'eſt-à-dire, de ſchiſtes chargés d'impreſſions d'animaux & de plantes, de charbons, de montagnes calcaires ſecondaires & tertiaires, & enfin de gypſes.

§. CCXXIV. L'expoſé ſuccinct que nous venons de faire des chaînes de montagnes & des plaines qui en naiſſent, fait voir qu'elles n'ont point la direction régulière qu'on avoit cru y reconnoître, & que cette direction varie dans chaque continent (*pl. III*).

Car, en Amérique, la direction de la chaîne des montagnes eſt du nord au ſud. Elle

court depuis les 50° nord, & peut-être de plus loin, juſqu'au détroit de Magellan.

Il y a enſuite des chaînes collatérales qui ne laiſſent pas que d'être très-étendues. Elles ſe prolongent le long des vallées où coulent les grands fleuves, tels que le Saint-Laurent, l'Orénoque, l'Amazone, la Plata... Pluſieurs de ces rameaux ſe prolongent ſous l'Océan (§. CCX).

Les principales chaînes de montagnes d'Afrique ont également leur direction du nord au ſud. Depuis le cap de Bonne-Eſpérance, elles s'élèvent juſqu'aux montagnes de l'Abyſſinie ; & de-là elles deſcendent le long de la vallée du Nil juſqu'à la Méditerranée.

Elles ont enſuite des chaînes collatérales à l'orient & à l'occident, qui ſe prolongent le long des vallées des différens fleuves. Celle qui accompagne le Niger eſt d'une grande étendue, ſe propage ſous l'Océan, & va communiquer avec les chaînes du Bréſil, qui ſéparent la rivière Saint-François de celle des Amazones & de Riogrande.

Le cours principal des chaînes de l'Aſie eſt de l'orient à l'occident, en partant des bords de la Méditerranée juſqu'au Kamſchatka. Elles diviſent l'Aſie en méridionale & en ſeptentrionale.

Mais d'autres chaînes ſe prolongent le long des vallées arroſées par les grands fleuves. La direction en eſt par conſéquent vers tous les points de l'horizon.

Le premier de ces rameaux partant du Taurus, s'étend le long de l'Aſie mineure, en ſéparant les eaux de l'Euphrate de celles qui ſe verſent dans la Méditerranée, gagne le Liban, & ſe prolonge juſqu'en Arabie.

D'autres rameaux s'étendent le long de l'Euphrate & du Tygre.

Un rameau plus conſidérable va former les montagnes des Gates, & ſépare les eaux de l'Indus de celles du Gange.

D'autres rameaux ſéparent les vallées où coulent le Pégou, le Menan, le Mécon, le Kiang, le Hoan, l'Amour, la Léna, le Yéniſéi, l'Ob : & ils ſont très-étendus.

Mais les monts Ourals ſont la plus conſidérable de ces chaînes collatérales. Ils s'étendent juſqu'à la mer Glaciale : & ſi on ſuit cette chaîne à l'orient du lac Aral, on voit qu'elle ſe prolonge dans la Bukarie, gagne le Tibet, & va former les Gates, en ſéparant les eaux de l'Indus de celles du Gange, & s'étendant juſqu'au cap Comorin & à Ceylan. Ce rameau ne ſeroit donc guère moins long que la grande chaîne qui va de l'orient à l'occident.

Les montagnes de l'Europe ſont plus coupées, & leur direction varie ſans ceſſe. Cependant la chaîne principale eſt depuis Liſbonne ou le cap Finiſtère, juſqu'aux monts Valdaï, & à la mer Blanche du côté d'Archangel, ou même juſqu'à Wardhus.

Cette diſpoſition de chaînes de montagnes & de vallées forme des baſſins naturels, où coulent les fleuves. On doit toujours concevoir, dans l'eſpace qui ſépare deux fleuves, une ligne de démarcation, laquelle fixe les limites des eaux qui ſe verſent dans l'un ou dans l'autre. Cette ligne détermine l'étendue du baſſin de chaque fleuve. Il eſt bien facile de ſuivre, ſur les cartes, ces lignes de démarcation, depuis une extrémité des continens juſqu'à l'autre.

Il faut bien obſerver que, dans toutes ces diſpoſitions des grandes chaînes de montagnes, il ſe trouve toujours un côté où la pente eſt roide & eſcarpée : les vallées par conſéquent courtes & reſſerrées, les fleuves peu conſidérables.

L'autre côté au contraire a une pente douce : les vallées s'étendent au loin ; les eaux courantes y ſont en grande maſſe.

Les Cordilières offrent ce phénomène d'une manière bien ſenſible. Les pentes, à l'orient,

en ſont douces, les vallées très-prolongées. Les fleuves ſont les plus conſidérables du globe.

Leur pente, au contraire, du côté de la mer du Sud à l'oueſt, ſont extrêmement roides. Il n'y a preſque point de vallées ni d'eaux courantes depuis le cap Horn juſqu'à la mer Vermeille.

L'Afrique préſente le même effet, mais dans un ſens inverſe. Les pentes, à l'oueſt, ſont extrêmement prolongées; les vallées ſont immenſes, les fleuves conſidérables; & ils le ſeroient bien davantage, ſans la grande chaleur, qui y cauſe une évaporation prodigieuſe.

Les pentes de ces mêmes montagnes ſont roides à l'eſt du côté de l'Océan Indien; les plaines peu étendues, les cours d'eau peu conſidérables.

Toute la chaîne des montagnes d'Afrique, qui côtoie la mer Rouge, eſt fort roide; & il y a peu d'eaux courantes.

La chaîne d'Arabie, qui eſt le long de cette même mer, eſt également fort eſcarpée.

La chaîne du Liban, qui ſe prolonge dans l'Aſie mineure juſqu'à la mer Noire, eſt également eſcarpée du côté de la Méditerranée. Ses pentes ſont plus douces, à l'orient, du côté de l'Euphrate.

La grande chaîne des montagnes d'Aſie eſt à-peu-près au milieu du continent. Néanmoins on y apperçoit, en pluſieurs endroits, le même phénomène. Ainſi, l'Euphrate va prendre ſa ſource juſqu'auprès de la mer Noire. Par conſéquent les pentes du Taurus ſont très-douces & très-prolongées au midi, & elles ſont roides du côté du nord. Du côté de Peking, de la Corée, les pentes des montagnes ſont roides au midi, & très-prolongées à l'orient & au nord. La côte de Malabar eſt très-étroite, les pentes des Gates, juſqu'à la Bukarie, y ſont roides; & la côte de Coromandel eſt étendue, la pente des Gates y eſt douce ..... La pente de l'Oural eſt roide à l'orient, & douce à l'occident : & c'eſt la même choſe, en général, dans toutes les montagnes de l'Aſie ſeptentrionale. Les pentes y ſont roides à l'orient, & douces à l'occident.

Les montagnes d'Europe préſentent le même phénomène en pluſieurs endroits.

La grande chaîne qui ſépare la Suède de la Norvège, a des pentes douces à l'orient, & elles ſont très-roides au couchant.

Toutes les côtes de la mer, depuis Péterſbourg juſqu'aux Pyrénées, ſont aſſez douces : les plaines y ſont prolongées ; les pentes des montagnes y ſont étendues. Elles ſont au

contraire plus roides dans l'autre ſens. Les bords du Rhin ſont eſcarpés à l'orient. Les Alpes ſont plus roides du côté de l'Italie que du côté de France. Les Cévennes, & leur prolongement dans la Bourgogne, ont des pentes douces du côté de l'Océan; elles fourniſſent de grands fleuves: & à l'orient, leurs pentes ſont roides; elles ne donnent que quelques petites rivières, qui ſe jettent dans la Saône & dans le Rhône.

Les Pyrénées ont des pentes roides du côté de la Méditerranée; elles ne fourniſſent que quelques petits torrens. Leurs pentes ſont plus douces du côté de l'Océan; & l'Adour, qui en ſort, eſt un aſſez grand fleuve, ainſi que pluſieurs rameaux de la Garonne.

Les montagnes d'Eſpagne ont des pentes prolongées, à l'orient & au ſud, ſur la Méditerranée & vers le Portugal; tandis qu'à l'occident, leurs pentes ſont roides, leurs plaines peu étendues, leurs eaux courantes peu conſidérables.

Le même phénomène s'obſerve dans la plupart des montagnes & des collines, même les moins élevées. Il y a toujours un côté dont la pente eſt rapide, & contre lequel viennent battre les eaux courantes; tandis que, de l'autre côté, les pentes ſont douces, &

ſe prolongent à une diſtance plus ou moins éloignée. C'eſt un fait qu'il ſera facile à tout obſervateur de vérifier juſques dans les plaines les moins étendues, & les moindres vallées.

Mais il faut obſerver qu'aſſez généralement les pentes eſcarpées ſe correſpondent ; c'eſt-à-dire, qu'elles ſont du même côté d'une mer, d'un golfe, & les pentes douces ſont de l'autre.

Les pentes douces des grandes montagnes d'Amérique ſont à l'orient, & correſpondent aux pentes douces des montagnes d'Afrique, qui ſont à l'occident.

Les montagnes qui bordent la mer Rouge à l'orient, du côté d'Arabie, ſont très-eſcarpées, ainſi que celles qui la bordent à l'occident du côté d'Afrique.

La mer Adriatique eſt bordée par des montagnes eſcarpées ſur ſes deux rives. Celles de la Dalmatie ont leurs pentes roides ſur cette mer, tandis que leurs pentes ſont aſſez douces de l'autre côté.

Les Apennins ont des pentes eſcarpées ſur cette même mer Adriatique, & leurs pentes douces ſont ſur la mer de Naples.

Tous ces phénomènes locaux doivent être obſervés ſoigneuſement, parce qu'ils tiennent ſans doute à la grande ſtructure du globe.

§. CCXXV.

§. CCXXV. La manière dont ſe comportent les chaînes des montagnes primitives, relativement à celles des autres terreins, mérite encore une attention toute particulière de la part du géologue. Nous avons juſqu'ici peu de données exactes à cet égard. J'ai ſuivi une partie de celles de France, & je vais rappeler ce que j'en ai dit ailleurs (1).

Les Cévennes me paroiſſent le centre principal des montagnes primitives de France. Elles fourniſſent différens rameaux, qui s'étendent à une diſtance plus ou moins conſidérable.

Celui que nous regarderons comme le premier, s'étend le long de l'Ardêche juſques du côté d'Alès . . .

Le ſecond rameau de ces chaînes primitives traverſe le Rhône du côté de Tournon & de Vienne, ſur une largeur de ſept à huit lieues. Il va ſe joindre aux Alpes du côté de Briançon. Il contient pluſieurs mines de plomb, de cuivre, d'argent, d'or.. Mais ce rameau ne touche pas immédiatement les granits des

(1) *Journal de Phyſique, Janvier* 1786. J'y avois joint une petite carte qui a été mal exécutée, & que j'aurois deſiré faire graver avec plus d'exactitude pour cet ouvrage.

& de-là s'étendent juſqu'à Toulon : & ſans doute elles vont communiquer avec celles de Corſe.

Voilà donc quatre points principaux de montagnes primitives dans toute l'étendue de la France. Les Cévennes en ſont la maſſe la plus conſidérable : & celles-ci communiquent aux autres points, comme nous l'avons vu.

Le rameau qui s'étend du côté de Tournon, va communiquer aux Alpes, dont il eſt ſéparé par les plaines du Dauphiné.

Le rameau du Limouſin communique aux montagnes de Bretagne, dont il eſt ſéparé par les plaines du côté de Nantes.

Le rameau de Caſtelnaudary va communiquer aux Pyrénées, & en eſt auſſi ſéparé par des terreins calcaires.

Tel eſt le coup-d'œil général des différentes chaînes des montagnes qui traverſent la France. Il faudroit dreſſer des cartes où la nature de chaque terrein ſeroit marquée. Les employés dans l'exploitation des mines de France, s'en occuperont ſans doute.

Les mêmes communications ont lieu entre toutes les grandes chaînes primitives du globe; elles s'envoient des rameaux, recouverts, le plus ſouvent, dans leurs parties inférieures, par des terreins ſecondaires qui forment les plaines.

Ces terreins ſecondaires interrompent la communication des maſſes primitives. Le tableau de cette communication des chaînes primitives eſt un beau travail qui reſte à faire à la Géographie-Phyſique.

DES GALETS ET DES ATTÉRISSEMENS.

§. CCXXVI. Par attériſſement, on entend les dépôts de matières non diſſoutes que font les eaux, ſoit celles des mers, ſoit celles des lacs, ſoit celles des fleuves. Ces matières ſont, le plus ſouvent, roulées & arrondies par le frottement : &, dans ce cas, on les appelle *galets*.

Il faut diſtinguer ces galets en deux eſpèces, ceux des fleuves, ceux des mers & des lacs.

GALETS DES FLEUVES.

§. CCXXVII. Journellement on voit ſe former des attériſſemens à l'embouchure des grands fleuves. Toutes les îles qu'on y rencontre en ſi grande quantité ne ſont que des produits de ces attériſſemens. Elles ferment, en partie, le paſſage aux eaux du fleuve, qui eſt obligé de ſe frayer un cours à côté de ces

îles. C'eſt ce qu'on obſerve particulièrement à l'embouchure de l'Amazone, de l'Orénoque, du Saint-Laurent, du Gange, de l'Indus, du Nil, du Danube, du Rhône... & de toutes les grandes rivières.

La plupart des plaines où coulent ces fleuves, ſont également remplies de pareils dépôts. On reconnoît que ce ſont des attériſſemens, parce que la nature du terrein eſt différente de celui de la plaine, & que les pierres qui s'y trouvent ſont arrondies, & ſont de vrais galets.

Ces pierres roulées, ou galets, ſont apportées des montagnes ſupérieures : & en remontant la vallée, on rencontre, dans la montagne, les lieux d'où ont été détachés ces galets. La montagne eſt-elle de terreins primitifs ? Les galets en ſont également. Ils ſeront au contraire calcaires, gypſeux, volcaniques... ſi les montagnes ſupérieures ſont calcaires, gypſeuſes ou volcaniques.

Cependant il eſt quelquefois difficile de retrouver dans les montagnes ſupérieures le lieu d'où ont été détachés les galets, parce qu'ils viennent de très-loin.

Ces galets, ou pierres roulées, s'aglutinent ſouvent, & ſont enveloppés par un ſuc pier-

seux quelconque, qui les réunit, & en forme des poudings ou des brèches (§. CLVII & CLVIII).

GALETS DES LACS ET DES MERS.

§. CCXXVIII. Mais il y a une autre nature de galets absolument différens de ceux ci. Ce sont ceux qu'on trouve à des hauteurs très-considérables au-dessus des plaines. Par exemple, auprès de Lyon, les monticules de Balmont, de la Croix-Rousse . . . contiennent une grande quantité de galets assez gros. Ces monticules sont élevés de plus de cent toises au-dessus de la plaine du Dauphiné. Ils n'ont donc pu être formés par le Rhône, qui se seroit plutôt jeté dans les plaines du Dauphiné.

Une partie de la Limagne d'Auvergne, ou de la plaine du côté de Clermont, de Riom, à une assez grande distance de l'Allier, est jonchée de galets semblables à la pierre de Volvic. Cette pierre, comme l'on sait, est une lave du Puy-de-Dôme. Ces galets se trouvent beaucoup au-dessus du niveau de la rivière d'Allier, qui d'ailleurs les auroit charriés plus loin. La position même des montagnes ne paroît pas avoir permis à l'Allier de remonter jusqu'à Volvic, élevé de plusieurs cen-

taines de pieds au-dessus du niveau de la plaine.

On doit supposer que cet effet a été produit par les eaux des mers, qui devoient être proche du volcan dans le tems de son éruption. On n'ignore pas que les volcans en activité sont presque toujours auprès des mers.

Sans doute on trouveroit beaucoup de ces galets volcaniques dans les mers de Naples, de Sicile, d'Islande...

Un grand nombre de pareils attérissemens, ou galets, se trouvent à des hauteurs plus ou moins considérables au-dessus du niveau actuel des rivières. Il y a de ces galets à la Valorsine, à plus de mille toises de hauteur, & à la montagne du Bon-Homme à plus de douze cents toises de hauteur au-dessus du niveau des mers (1).

Ces attérissemens doivent donc tous être attribués, comme ceux de la Limagne, à l'action des eaux des mers : & on peut concevoir la manière dont elles les ont amoncelés à des hauteurs plus ou moins considérables au-dessus des plaines ou des vallées.

Sur la plupart des côtes des grandes mers,

(1) Saussure, *Voyage dans les Alpes*, §. 690.

les eaux apportent une grande quantité de galets. Elles les agitent avec force dans le tems des marées & dans celui des tempêtes. Elles y dépoſent auſſi des ſables, à travers deſquels ſe trouvent ces galets.

Or ces côtes ſont plus ou mois élevées au-deſſus du fond de la mer. Prenons Douvres pour exemple. La côte y eſt parſemée d'aſſez gros galets que la lame y apporte. Or Douvres ſe trouve à une hauteur plus ou moins conſidérable, relativement aux différentes parties du fond de la Manche. Si la mer diminue aſſez pour que la Manche ſe deſsèche, on trouvera donc des galets à une hauteur quelconque au-deſſus du niveau de ces plaines ou vallées : & il ſera bien prouvé que ces galets y auront été apportés par les eaux de l'Océan.

Il ſe peut que quelques-uns de ces galets, même la plus grande partie, viennent du débris des montagnes voiſines, qui, dégradées par les eaux, tombent dans leurs ſeins. Ces eaux les agitent, & les charient plus ou moins loin.

Mais à quelle diſtance peuvent-elles les charier? C'eſt ce que nous ignorons. Il eſt probable qu'elles peuvent les tranſporter à d'aſſez grandes diſtances.

des arbres tout entiers, comme des noiſetiers avec leurs fruits, une grande quantité de branches & de feuilles. A vingt-huit pieds, on trouve une craie tendre, mêlée de beaucoup de coquillages. Ce lit a onze pieds d'épaiſſeur. On retrouve, au-deſſous de ce lit, des végétaux, des feuilles, des branches, & ainſi alternativement de la craie & une terre mêlée de végétaux, juſqu'à la profondeur de ſoixante-trois pieds..... A cette profondeur eſt un lit de ſable, mêlé de petit gravier & de coquilles ſemblables à celles qu'on trouve ſur les côtes de la mer d'Italie. On y trouve auſſi des os, du charbon de terre, & des morceaux de fer. Ramazzini en conclut que le golfe de Veniſe s'étendoit autrefois juſqu'à Modène, & au-delà, & que, par la ſucceſſion des tems, les rivières, & peut-être les inondations de la mer, ont formé ſucceſſivement ce terrein.

Le Delta, ou la Baſſe-Egypte, a été reconnue, de tout tems, pour un produit des atteriſſemens du Nil. C'étoit un fait admis par les prêtres d'Egypte, & qui nous a été tranſmis par Hérodote & tous les hiſtoriens les plus anciens. « Ce que me diſoient les prêtres d'E-» gypte me paroît fort raiſonnable. Tout homme » judicieux, qui n'en a point entendu parler

» auparavant, remarquera, en le voyant, que » l'Egypte, où abordent les Grecs (c'eſt le Delta), » eſt une terre de nouvelle acquiſi- » tion, & un préſent du fleuve. On portera » auſſi le même jugement de tout le pays, » qui s'étend au-deſſus du lac Mœris juſqu'à » trois journées de navigation ». (Hérod. *liv.* 2.)

Damiette étoit un port où Louis IX aborda, au douzième ſiècle: & aujourd'hui il eſt fort éloigné de la mer.

Une partie des plaines où coulent les fleuves de l'Amazone & de l'Orénoque, ſont également le produit de l'attériſſement de ces fleuves. Nous connoiſſons peu ces contrées; mais nous ne pouvons douter que des maſſes d'eau auſſi conſidérables, & deſcendant des montagnes les plus élevées du globe, n'entraînent avec elles beaucoup de ſables & de galets. Les nombreuſes îles qu'on trouve dans ces fleuves, & ſur-tout à leur embouchure, ne ſont formées que de ces attériſſemens.

La vallée où coule la Seine a été également comblée en pluſieurs endroits par des attériſſemens. On a creuſé des puits dans la plaine de Grenelle; on y a trouvé des ſables, des galets, & un arbre à la profondeur de plus de ſoixante pieds.

§. CCXXX. La formation journalière de ces attériſſemens explique comment les plaines s'augmentent continuellement. Car l'action des tems, les frimats, & ſur-tout les pluies, dégradent ſans ceſſe les montagnes, en diminuent les ſommets élevés, & les amènent à une pente douce, qui, lorſqu'elle eſt à un certain point, par exemple, à 40 degrés, ſe ſoutient plus long-tems.

Mais les eaux charient toutes ces terres dans les fleuves, & par conſéquent exhauſſent les plaines, comme nous venons de voir que cela a lieu en Hollande, en Lombardie, en Égypte, dans l'Inde, & en général le long de tous les grands fleuves.

Une partie de ces débris eſt tranſportée juſques dans le ſein des lacs & des mers, & en comble par conſéquent les baſſins.

Les plaines s'étendront donc par ces deux cauſes réunies, la diminution des montagnes d'un côté, & de l'autre le comblement des lacs & des mers.

De tous les faits que nous venons d'expoſer, il s'enſuit que les montagnes & collines doivent perdre continuellement, & d'autant plus que leurs pentes ſont plus rapides. Auſſi, toutes les montagnes préſentent partout des débris.

Quelques-unes des plus élevées ſont couvertes de neiges & de glaces qui ne fondent plus, & en ſont, par conſéquent, défendues. La cime du Mont-Blanc, par exemple, eſt dans ce cas.

Mais toutes ces chaînes collatérales, connues ſous le nom d'*aiguilles*, ne préſentent que ruines. Car ces aiguilles ne ſont que des ſommets de quelques rochers abſolument dépouillés, & totalement dégradés. Leur maſſe étoit ſans doute autrefois beaucoup plus conſidérable. Toutes les autres chaînes des Alpes offrent les mêmes phénomènes.

Les Pyrénées ſont dans un état de décompoſition encore beaucoup plus grand. Les granits s'y altèrent avec la plus grande facilité.

Les monts Altaï ne préſentent que ruines, ſurtout du côté du nord. Leur dégradation eſt telle, que Pallas n'a pas craint de dire qu'elle n'avoit pu être opérée que par des courans rapides venus du midi, qui avoient paſſé ſur toutes ces montagnes, & s'étoient enſuite verſés dans la mer du Nord.

Les Cordilières ne ſont pas moins dégradées par les mêmes cauſes. Leurs vallées ſont comblées par des ſables & des ruines, que

les eaux charient des cimes les plus élevées.

Nous ne connoiſſons pas les montagnes de l'Abyſſinie. Mais il n'eſt pas douteux qu'elles n'éprouvent les mêmes dégradations. Nous en pouvons juger par les attériſſemens qui forment le Nil, le Niger, & tous les grands fleuves qui en ſortent.

C'eſt à ces dégradations que nous devons ces amas de gros blocs de granits & autres pierres qu'on trouve ſur pluſieurs montagnes. Ils ont réſiſté à la décompoſition, tandis que les parties qui les entouroient, ont été emportées.

Nous pouvons donc regarder comme un fait certain, que toutes ces montagnes étoient primitivement beaucoup plus élevées & beaucoup plus conſidérables. Mais nous ne ſaurions aſſigner les quantités de ces dégradations, qui, je le répète, ont abaiſſé les montagnes plus qu'on ne le penſe communément.

DES SABLES.

§. CCXXXI. Dans un grand nombre de contrées, il exiſte des plaines immenſes toutes couvertes de ſable : & l'épaiſſeur de ces maſſes de ſable eſt ſouvent conſidérable.

Une des plus grandes plaines de ſable qu'on connoiſſe eſt celle de la Mauritanie. Elle commence ſur les rives de la Méditerranée, auprès d'Alexandrie, & remonte au ſud le long de la vallée d'Égypte, juſques ſur les confins de l'Abyſſinie. Delà, elle s'étend ſur la même largeur par les déſerts du Sahara, du Biledugerid, juſques par-delà le mont Atlas. Nous n'en connoiſſons même pas bien les limites. Elle paroît bornée au ſud par la chaîne des petites collines, qui partent de la grande maſſe des montagnes de l'Abyſſinie, & ſe prolongent le long de la vallée du Niger. Au nord, elle s'étend, en pluſieurs endroits, juſqu'à la Méditerranée.

A l'orient, elle eſt bornée par la vallée du Nil, ſur laquelle elle paroît gagner journellement ; car cette vallée eſt beaucoup moins étendue aujourd'hui qu'elle ne l'étoit ſous les Pharaons.

A l'occident, elle paroît s'arrêter au mont Atlas.

Cette plaine de ſable n'eſt pas continue. Elle eſt interrompue par quelques monticules diſſéminés çà & là. Ces monticules arrêtent les nuages, ce qui fournit quelques ruiſſeaux. Les eaux courantes ont entraîné quelques portions de terre végétale de ces montagnes. Ces terres s'arrêtent ſur les bords des petits courans d'eau; & fertiliſées par l'humidité, elles fourniſſent une végétation extrêmement abondante. Ce ſont ces petites portions de terreins que cultivent les habitans de ces contrées.

Un des phénomènes les plus remarquables que préſentent ces plaines de ſable, eſt la quantité prodigieuſe de ſel marin qu'elles contiennent. Elles en ſont ſi chargées, que toutes les eaux qui y coulent, s'en ſaturent & le dépoſent en grandes maſſes dans le tems des chaleurs. Les habitans ſont obligés d'aller, pour leur uſage, chercher des eaux pures, avant qu'elles aient traverſé les ſables (§. XCVII).

Il y a des lacs plus ou moins étendus, tels que ceux du Tozzer, d'Ardéa..... où ſe rendent ces eaux; les grandes chaleurs de l'été font évaporer une partie de ces eaux, leſquelles dépoſent pour lors une quantité immenſe de ſel.

Il paroît même que ce ſel marin ſe décompoſe en partie par cette grande chaleur; que l'acide ſe volatiliſe & que l'alkali demeure à nud. Car on trouve du vrai natron dans quelques-uns de ces lacs. On dit qu'il en exiſte un ſemblable en Egypte, auprès de la ville de Nitria, d'où eſt venu le nom de natron. Il y en a d'autres du côté d'Ammon.

Cette plaine de ſable s'étend peut-être au-delà de la vallée du Niger ou Sénégal. Au moins paroît-il certain que dans l'intérieur de l'Afrique, à cette même latitude, il y a également des ſables & des lacs d'eaux ſalées, où on recueille le ſel. Car les habitans de ces contrées font un commerce de ce ſel, qu'ils diſent trouver dans les ſables : & les caravanes qui viennent de ces régions ſur les côtes de la Méditerranée, parlent de grandes plaines de ſable, qu'elles ont à traverſer; mais elles n'ont pas donné des notions exactes de ces contrées.

La grande plaine de ſable de la Mauritanie s'étend au-delà de la vallée d'Egypte, & on la retrouve tout le long de la mer Rouge, depuis Memphis juſqu'aux montagnes de l'Abyſſinie, du côté de Sienne.

On pourroit même dire que c'eſt toujours la même plaine de ſable, qui ſe prolonge

au-delà de la mer Rouge, dans l'Arabie pétrée, du côté de Palmyre, & juſques ſur les rives de l'Euphrate. Celle-ci contient auſſi des ſels, mais en moindre quantité.

Cette plaine immenſe de ſable s'étendroit ainſi depuis Maroc juſqu'à l'Euphrate, & des bords de la Méditerranée juſques bien avant dans l'intérieur de l'Afrique.

§. CCXXXII. On retrouve au-delà de l'Euphrate, des plaines de ſable plus ou moins étendues, en Perſe, du côté d'Iſpahan, de Kerman...

Il y en a également dans l'Inde.

Mais une des plus conſidérables plaines de ſable de ces contrées, eſt le grand déſert de ſable de Cobi, ou de Chamo, à l'orient de la petite Bukarie. On pourroit dire qu'il s'étend depuis les confins de la mer Caſpienne, du lac Aral, juſques ſur les frontières de la Chine.

Tout le nord de l'Aſie eſt rempli de ſteppes, qui ſont des ſables mélangés quelquefois avec de l'argile, contenant beaucoup de ſels, comme nous l'avons vu (§. XCVIII). Ces ſteppes commencent du côté de la Crimée, s'étendent le long du Don, du Volga, du Jaïk ou Oural, communiquent au grand

ſteppe des Kalmouks, & s'étendent juſqu'au lac Baïkal.

Le ſable n'eſt pas toujours à découvert dans les ſteppes. Quelques-uns ſont recouverts de diverſes plantes.

§. CCXXXIII. L'Amérique offre peu de ſables. Elle eſt toute couverte de forêts, de prairies, de ſavanes. Cependant il y en a beaucoup à Terre-Neuve...

§. CCXXXIV. Les ſables ne ſont pas abondans en Europe. On en trouve quelques-uns en Allemagne, du côté de la Pruſſe, d'Hanovre, dans le Holſtein, à Hambourg...

Mais c'eſt ſur-tout en Hollande où ils ſont en plus grande quantité. Ils forment des dunes conſidérables, qui s'étendent le long des grands fleuves, des différentes bouches du Rhin, de la Meuſe, de l'Eſcaut, & ſe prolongent le long des côtes de la mer, à Oſtende, Nieuport, Dunkerque, Calais, Boulogne....

Le Zuiderzée & tous ces grands bancs de ſable qui ſont dans cette partie de l'Océan juſques ſur les côtes de l'Angleterre, ſur-tout le *Borneur* qui fait le tour de l'Angleterre, & s'étend juſqu'aux Hybrides, doivent être regardés comme un prolongement de ces ſables (*pl. III*).

La Bretagne contient beaucoup de ſables, ſur-tout du côté de Saint-Paul-de-Léon.

Ils reparoiſſent ſur la côte d'Aunis.

Les landes de Bordeaux ſont une plaine de ſable.

Il y en a encore du côté de Bayonne.

L'intérieur de la France préſente auſſi quelques ſables du côté de Fontainebleau, de Villers-Coterets... mais ils s'agglutinent par un ciment calcaire & forment des pierres ſableuſes qu'on appelle grès.

CCXXXV. Il faut maintenant rechercher quelle eſt l'origine de ces ſables; il y en a deux principales :

1°. Les uns ſont dus aux fleuves qui les charient des montagnes, comme nous l'avons vu. Le Rhin, la Meuſe, l'Eſcaut.... en charient des quantités immenſes, qui forment ces dunes conſidérables. Vraiſemblablement une partie du Zuiderzée & de ces bancs étendus de ſables qui ſe trouvent dans ces mers, eſt due à cette cauſe.

2°. Mais on ne peut douter que la plupart viennent des mers. C'eſt ce que prouve la grande quantité de ſel marin qu'ils contiennent, & quelques coquilles qu'on y rencontre.

Mais comment les mers les ont-elles déposés ?

La supposition la plus vraisemblable est que les eaux ont couvert toutes ces contrées ; & que lorsqu'elles se sont retirées, elles ont abandonné cette quantité de sable. Supposons effectivement que la mer se soit retirée des côtes d'Hollande, d'Angleterre & se soit abaissée d'une quantité considérable : il est certain qu'on verroit sortir du sein de ses eaux une très-grande plaine de sable. Si la Méditerranée s'abaissoit également, le banc de sable des sept Caps formeroit une plaine de sable.

Avec ces sables se sera déposé le sel marin contenu dans ses eaux, & qui est si abondant dans toutes les plaines de sable des pays chauds.

Cependant quelques-uns de ces sels ont pu y être produits postérieurement comme ils le sont dans nos nitrières. La quantité de nitre qu'on trouve dans quelques-unes de ces plaines, comme à Kervan en Barbarie, en est une preuve, puisqu'il n'y a jamais de nitre dans les eaux de la mer.

Si nos sables d'Europe ne sont pas salés, c'est qu'ils ont été lavés par les fréquentes pluies qui en ont emporté tout le sel. Au lieu que dans les pays chauds où sont ces sa-

bles, les pluies ſont rares & l'évaporation en diſſipe les eaux avant qu'elles ſoient rendues à la mer ou dans les lacs ; elles ne ſauroient donc emporter ces ſels. D'ailleurs, quelques-unes de nos plaines de ſables ont été formées par des fleuves, comme l'ont été quelques-unes de celles de Hollande.

Les ſables du nord de l'Aſie ſont ſalés, parce que les eaux qui y coulent ne ſe verſent ni dans la mer ni dans les lacs, mais y ſéjournent.

Mais d'où la mer a-t-elle reçu tous ces ſables?

Ils ſont de nature quartzeuſe. Il paroît donc qu'ils doivent venir des débris des granits, des porphyres & autres pierres des terreins primitifs. Toutes les rivières qui prennent leur ſource dans les terreins primitifs, roulent de pareils ſables ; tels ſont le Rhin, la Loire, la Garonne..... & les charient dans le ſein des mers.

On peut donc ſuppoſer que tous ces ſables dépoſés ſur les continens, & ceux qui exiſtent encore dans le ſein des mers, viennent du détritus des terreins primitifs. Les feld-ſpaths, les mica, les tourmalines, les hornblendes & autres élémens des pierres des terreins primitifs, ſe ſont décompoſés ; & on ſait qu'ils ſe décompoſent facilement. Leurs prin-

cipes, ſavoir, la terre argileuſe, la terre calcaire, la terre magnéſienne, les chaux métalliques & la terre quartzeuſe, ſe ſont mélangés avec les débris des êtres organiſés pour former les couches ſecondaires.

Mais leur partie quartzeuſe, le quartz criſtalliſé régulièrement ou confuſément des granits ne ſe décompoſe qu'avec beaucoup de difficulté. Il eſt emporté par les eaux courantes dans le ſein des mers, & y forme ces ſables quartzeux qui y ſont ſi abondans.

Une partie des ſables dépoſés par les eaux a pu être déplacée poſtérieurement à la retraite de ces eaux. Car les vents charient ces grandes maſſes de ſable d'un lieu dans un autre. Les voyageurs nous effraient en nous rapportant la manière dont des maſſes immenſes de ſable ſont ſoulevées par les vents, & couvrent de vaſtes contrées. Des caravanes entières y ſont quelquefois enſevelies. Des armées même ont manqué à y périr, comme il arriva à celle d'Alexandre dans ſon voyage à Ammon.

Ce mouvement même des ſables peut couvrir des terreins qui ne l'avoient pas été primitivement. Nous en avons un exemple frappant en France.

« Aux environs de Saint-Paul-de-Léon, en » baſſe Bretagne, dit l'hiſtoire de l'Académie

» de Paris, en 1722, il y a, ſur la mer, » un canton qui, avant l'an 1666, étoit ha- » bité, & ne l'eſt plus, à cauſe d'un ſable » qui le couvre juſqu'à la hauteur de vingt » pieds, & qui, d'année en année, s'avance » & gagne du terrein. A compter de l'épo- » que marquée, il a gagné plus de ſix lieues: » & il n'eſt plus qu'à une demi-lieue de » Saint-Paul, de ſorte que, ſelon toutes les ap- » parences, il faudra abandonner cette ville. » Dans les pays ſubmergés, on voit encore » quelques pointes de clochers & quelques » cheminées qui ſortent de cette mer de ſa- » ble.... c'eſt le vent d'eſt ou de nord qui » avance cette calamité. Il élève ce ſable qui » eſt très-fin, & le porte très-loin.

» L'endroit de la côte qui fournit tout ce » ſable, eſt une plage qui s'étend depuis un » peu plus de quatre lieues, & qui eſt preſ- » qu'au niveau de la mer, lorſqu'elle eſt pleine. » La diſpoſition des lieux eſt telle, qu'il n'y » a que les vents d'eſt ou de nord-eſt qui » aient la direction néceſſaire pour porter le » ſable dans les terres. Il eſt aiſé de concevoir » comment ce ſable, apporté par le vent, eſt » repris enſuite par le même vent & porté » plus loin ».

Ce que nous venons de voir arriver au-

près de Saint-Paul a lieu également dans tous les endroits où il y a des sables. Les vents d'oueſt charient les ſables de Barbarie ſur l'Égypte qui en eſt encombrée journellement.

Mais ce que les vents font aujourd'hui, ils l'ont pu faire dans des tems antérieurs, lorſque la mer étoit à une plus grande élévation. Ils ont donc pu porter des ſables & les dépoſer, comme ils en dépoſent auprès de Saint-Paul, ſans que les eaux les aient laiſſés ſur ces côtes.

DES MASSES GRANITIQUES ÉPARSES SUR LES COUCHES CALCAIRES.

§. CCXXXVI. On a trouvé dans les Alpes au milieu des terreins calcaires, & bien loin des montagnes primitives, de gros blocs de granit & d'autres pierres de terreins primitifs.

Il exiſte de ces blocs de granit ſur les monts Salèves. Ils ſont plus ou moins gros, plus ou moins roulés, & toujours ou preſque toujours à la ſurface de la terre.

On en trouve auſſi beaucoup dans les pays de Vaud ſur les bords du lac de Genève, & à une diſtance plus ou moins conſidérable du

lac. Pluſieurs de ces blocs ſont très-gros, d'autres ſont d'un volume peu conſidérable.

J'ai également vu de ces mêmes blocs du côté de Pontarlier ſur le Jura. Quelques-uns avoient plus de cent pieds cubiques; d'autres ſont d'un petit volume, & Pontarlier eſt élevé de pluſieurs centaines de toiſes au-deſſus du lac de Genève.

Toute la chaîne du Jura eſt couverte à ſa ſurface de pareils blocs de granit.... qui ſont d'un volume plus ou moins conſidérable.

Il faut obſerver que toutes ces chaînes calcaires ſont à l'occident des montagnes primitives les plus proches, qui ſont le Mont-Blanc, le Saint-Bernard, le Saint-Gothard.....

La Lombardie préſente le même phénomène. Des montagnes calcaires auprès de Turin ſont couvertes de blocs de granit, dont quelques-uns ont juſqu'à trente pieds cubes de maſſe, & ces montagnes calcaires ſont éloignées de pluſieurs lieues des montagnes granitiques, & en ſont abſolument ſéparées par la vallée d'Anières & la plaine de Turin (1).

L'autre côté des Alpes du côté de l'Allemagne offre encore les mêmes faits. Du côté

(1) Dolomieu, *Journal de Phyſique*, pag. 56, Janvier 1793.

de la Weſtphalie & de la Baſſe-Saxe, on trouve un grand nombre de pierres primitives éparſes ſur les ſables avec des pierres calcaires. « Dans » ces contrées, une couche épaiſſe de ſable » mobile recouvre le plus ſouvent, tant ſur les » hauteurs que dans les lieux bas, des couches » en déſordre de pierre ſableuſe ou calcaire, » de marne ou d'argile, & ces blocs de pierres » primordiales ſont enſevelis juſques fort avant » dans cette couche ſupérieure (1) ».

On retrouve de ces maſſes granitiques éparſes çà & là ſur des terreins ſecondaires, tout le long de la chaîne des monts Krapacks, & juſques du côté de Moſcou le long des monts Valdaï.

Le bloc immenſe de granit, dont eſt faite la ſtatue de Pierre Premier à Pétersbourg, a été trouvé dans un marais également à l'occident des chaînes granitiques, & à une très-grande diſtance de ces chaînes.

Pallas a vu auprès de Branitzkoï-Jam des blocs énormes de quartz, loin des montagnes primitives (2).

§. CCXXXVII. Je me ſuis informé de

(1) Deluc, *Journal de Phyſique*, pag. 105, Février 1791.

(2) Voyages de Pallas, tom. I, pag. 6, trad. franç.

ſavans qui ont voyagé du côté d'Aſtrakan & de la Sibérie, ſi le même phénomène y a lieu. Ils m'ont répondu n'avoir rien obſervé de ſemblable. Dans les lits des rivières, dans les plaines, on trouve des pierres qui ſont roulées par les eaux, comme dans le reſte du globe; mais ces pierres roulées viennent des montagnes ſupérieures, & on ne parle point de blocs granitiques ſur les montagnes calcaires.

La Chine, l'Inde, la Perſe, l'Arabie, l'Aſie mineure... ne préſentent aucuns de ces blocs granitiques ſur les montagnes calcaires: c'eſt au moins ce que nous pouvons conclure des rapports des voyageurs.

L'Égypte, la Mauritanie, & le reſte de l'Afrique n'offrent non plus rien de ſemblable.

On ne peut rien prononcer ſur l'Amérique, qui n'eſt pas encore aſſez connue. Cependant, d'après les rapports des voyageurs, on peut conjecturer qu'il n'y a aucun de ces blocs granitiques ſur les montagnes ſecondaires.

L'Eſpagne, la France, excepté le Jura, l'Angleterre, la Hollande.... ne font voir de ces galets granitiques que dans les vallées, dans les plaines le long des rivières.

Il paroîtroit que le phénomène, dont il eſt ici queſtion, ſeroit particulier aux chaînes calcaires qui environnent, à l'occident, les Alpes,

les monts Krapacks & les monts Valdaï, & qu'on ne trouve des blocs granitiques ſur les montagnes calcaires, que depuis Turin juſqu'à Pétersbourg & à Moſcou.

§. CCXXXVIII. La cauſe qui a porté ces maſſes granitiques à de ſi grandes hauteurs, ſur des montagnes calcaires très-éloignées des chaînes primitives, n'eſt point facile à ſaiſir. La difficulté augmente encore, ſi on fait attention qu'indépendamment de l'éloignement, elles ont dû encore franchir le plus ſouvent des vallées profondes, & par conſéquent gravir la montagne calcaire à une hauteur plus ou moins conſidérable.

Ceux de ces blocs qu'on trouve, par exemple, ſur le Jura, ne peuvent venir que du Mont-Blanc, ou du Saint-Bernard, ou du Saint-Gothard.

S'ils viennent du Mont-Blanc, il faut qu'ils aient franchi les vallées de Chamouni, qu'ils ſe ſoient enſuite élevés ſur les monts Salèves, redeſcendus dans la vallée profonde du lac de Genève, & enfin qu'ils aient gravi ſur le Jura à des hauteurs conſidérables.

S'ils ſont venus du Saint-Gothard, ou du Saint-Bernard, ils auront dû être apportés par la vallée de Sion, Saint-Maurice, & être élevés

ſur le Jura; & il y a au moins quinze à vingt lieues.

Mais dans d'autres endroits, les diſtances ſont encore plus conſidérables.

§. CCXXXIX. Voici des faits dont il ne faut point s'écarter dans la recherche de cette cauſe.

1°. Pluſieurs de ces blocs granitiques, tels que celui de la ſtatue de Pierre Premier, ſont d'un volume immenſe: ce dernier étoit de trente à quarante mille pieds cubiques.

2°. Il y a de ces gros blocs, tels que j'en ai vu du côté de Pontarlier, qui ſont peu uſés, peu arrondis.

3°. Il y en a un plus grand nombre d'autres qui ſont petits, très-arrondis, & reſſemblent parfaitement aux galets des rivières & des plaines.

4°. Tous ces blocs ſont à la ſurface de la terre, ſur les matières ſecondaires, & principalement ſur les matières calcaires.

5°. Pluſieurs de ces blocs ſont à la diſtance de quinze à vingt lieues des chaînes primitives.

Ces faits indiquent deux choſes:

Que le tranſport de ces maſſes granitiques a été fait poſtérieurement à la formation des dernières couches calcaires;

Que

Que ce tranſport a été fait par les eaux, puiſque tous ces blocs ſont plus ou moins arrondis & roulés.

D'où il s'enſuit qu'il falloit qu'à cette époque les eaux fuſſent encore à la hauteur à laquelle on trouve ces blocs.

Mais cette cauſe, telle qu'elle ſoit, n'a agi qu'aux environs des Alpes & de leurs chaînes, qui s'étendent par les monts Krapacks & Valdaï, du côté de Pétersbourg & de Moſcou; & ſon action s'eſt dirigée plus particulièrement à l'occident de ces montagnes.

§. CCXL. Il faut rechercher maintenant par quels moyens les eaux ont pu, aux époques que nous avons déterminées, apporter ces maſſes granitiques dans les lieux où on les trouve. On ſent qu'ici les opinions des naturaliſtes ont dû varier, comme dans l'explication des autres phénomènes géologiques.

Pluſieurs ont ſuppoſé que le terrein intermédiaire étoit rempli, & qu'il n'y avoit point de vallées; que ces blocs ont été détachés des hautes montagnes, & que des courans violens les ont portés d'abord ſur les montagnes ſecondaires moins élevées, & ont creuſé ces vallées poſtérieurement. D'autres diſent que ces vallées ont été formées par des affaiſſemens.

Ces ſavans ſe font donc deux difficultés.

La première eſt le tranſport des blocs.

La ſeconde eſt l'excavation des vallées intermédiaires poſtérieurement au tranſport de ces blocs.

Je ne penſe point qu'on puiſſe dire que les vallées intermédiaires ont été creuſées depuis le tranſport de ces blocs. Car pour excaver une vallée depuis Pontarlier, par exemple, juſqu'aux Alpes granitiques, c'eſt à-dire juſqu'à la vallée de Sion, qui eſt la chaîne granitique la plus prochaine qu'il y ait, quelle force énorme! la diſtance eſt plus de vingt lieues, & la profondeur eſt de trois ou quatre cents toiſes & davantage.

Nous ne connoiſſons point de forces ſemblables dans la nature.

Aucun courant n'auroit pu l'exécuter.

Et ſi on ſuppoſoit un courant de cette force, il auroit tout bouleverſé.

Je ne puis non plus admettre un affaiſſement auſſi énorme ſans les raiſons les plus fortes.

Mais ſi ces vallées n'ont pu être excavées, quelle force aura pu élever des blocs auſſi conſidérables ſur le Jura & les autres montagnes ſecondaires, ſur leſquelles ils ſe trouvent? Voici ce que je crois de plus vraiſemblable à cet égard.

§. CCXLI. Nous ſavons que les lames des mers & des lacs rejettent ſur la plage des galets aſſez gros. Les bords de tous les lacs ſont couverts de pareils galets, comme nous l'avons déjà dit.

Or, ces lacs & ces mers ont une profondeur plus ou moins conſidérable. La plage à Douvres, eſt couverte de galets aſſez volumineux, & le fond de la Manche, vis-à-vis de Douvres, a au moins vingt braſſes ou cent pieds de profondeur, ſuivant Buache. La mer, vis-à-vis Saint-Malo, a quarante à cinquante braſſes de profondeur.... Il faut donc que la lame ait aſſez de force pour emporter avec elle ces galets ſur la plage, & les remonter au moins juſqu'à cent pieds de hauteur. Car ſuppoſons que le détroit de la Manche ſoit à ſec, on pourroit dire, avec réalité, que les galets de Douvres ont été remontés à une hauteur plus ou moins conſidérable, qui ſera au moins égale à cent pieds, laquelle eſt la moindre profondeur de la Manche vis-à-vis Douvres.

Pour faire l'application de ceci aux maſſes granitiques du Jura & autres lieux, il ne faut que ſuppoſer plus d'intenſité à l'effort de la lame. La plupart des blocs granitiques du Jura

ſont moins gros que ceux des bords de la mer à Douvres.

On retrouve ces galets granitiques ſur les bords du lac de Genève. Ce lac a, dans certains endroits, une profondeur de mille pieds. Si on ſuppoſoit ce lac deſſéché, on pourroit donc dire que ces galets granitiques ont été élevés à la hauteur de mille pieds. Or, ces galets ſont auſſi volumineux que la plupart de ceux du Jura. On peut donc bien ſuppoſer que tous les blocs granitiques du Jura, qui ne ſont pas plus gros que ceux du lac de Genève, y ont été élevés par la force des lames.

Mais la difficulté eſt plus conſidérable pour les gros blocs, tels que celui des marais de Pétersbourg, tels que ceux que j'ai vus du côté de Pontarlier. Il ne paroît guère poſſible, au premier coup-d'œil, qu'une lame puiſſe remuer des maſſes auſſi énormes.

Je ſens toute la force de ces difficultés. Mais elles me paroiſſent moins grandes, dans mon hypothèſe, que dans les autres.

Je ne puis admettre ni l'excavation de ces vallées, ni leur affaiſſement. Mais en ſuppoſant même que ces vallées n'exiſtoient pas à cette époque, la difficulté ſeroit toujours à-peu près la même. Il faudroit toujours ſuppoſer que les eaux ont pu tranſporter ces mêmes

maſſes aux lieux où elles ſont. La ſeule différence ſeroit que ce tranſport ſe feroit ſur un terrein à-peu-près plane. Car on ne peut pas dire que ces maſſes auroient roulé, par leur propre poids, de la cime de hautes montagnes. La diſtance du lieu où elles ſont aux montagnes granitiques, eſt trop conſidérable, puiſqu'il y a plus de vingt lieues. Et qu'eſt la hauteur du Mont-Blanc lui-même, relativement à ſa diſtance de Pontarlier? Nous voyons journellement, à la cime des montagnes, de gros blocs, qui ont une poſition fixe, & que les courans ordinaires ne ſauroient ébranler. Ces blocs, même dans cette hypothèſe, n'auroient donc pu également qu'être tranſportés par la force de la lame & des courans.

Les deux hypothèſes ne diffèrent donc qu'en ce que, dans l'une, on ſuppoſe que le tranſport s'eſt opéré ſur une ſurface plane.

Et, dans la mienne, je ſuppoſe que le tranſport s'eſt d'abord fait ſur des ſurfaces planes, & enſuite ſur des ſurfaces inclinées en remontant.

Mais ſi les eaux ont pu tranſporter ces maſſes énormes ſur une ſurface plane, & il faut bien qu'on l'admette, elles auront pu également la

remonter ſur une ſurface inclinée ; il ne leur faut qu'un degré de force de plus.

Il reſte à aſſigner quelle a été la cauſe qui, dans cette ſeule partie du globe, a pu produire d'auſſi grands effets.

C'eſt ſans doute une cauſe locale, qui n'a agi que dans les Alpes, dans les monts Krapacks & dans les monts Valdaï, & particulièrement à leur partie occidentale.

Ce phénomène, qui s'étend ainſi à une diſtance de cinq à ſix cents lieues, ne peut donc être attribué aux eaux d'un lac particulier, comme on le pourroit ſuppoſer relativement aux Alpes & au lac de Genève.

Il doit être l'effet du mouvement des eaux des mers. Et voici comme je conçois qu'elles auront produit ces effets.

A Saint-Malo, & ſur toute cette côte, les marées ſont prodigieuſes, & s'élèvent quelquefois juſqu'à cinquante pieds de hauteur.

Suppoſons-leur la même étendue dans l'inſtant que la mer étoit encore au pied des Alpes, des monts Krapacks & des monts Valdaï. Elles devoient même être plus conſidérables, à cauſe de la plus grande maſſe des eaux, & de la profondeur des mers. Or des lames auſſi fortes auront pu élever à une grande hauteur des galets très-gros & très-peſans.

Voilà, je crois, tout ce que les connoiſſances, acquiſes dans ce moment, nous permettent de dire ſur ce phénomène ſingulier.

On pourroit peut-être encore avoir recours à des commotions ſouterreines, à des tremblemens de terre. Nous verrons que ces commotions ſont quelquefois aſſez fortes pour tranſporter juſqu'à plus d'une lieue de diſtance des maſſes immenſes de terreins d'une profondeur conſidérable, & contenant pluſieurs arpens de ſuperficie, comme il eſt arrivé dans le tremblement de la Calabre, en 1783. Mais ces phénomènes n'ont lieu que dans les couches ſecondaires, & jamais dans les terreins primitifs.

DES FENTES ET DES CAVERNES.

§. CCXLII. Dans l'énumération des phénomènes géologiques, on ne doit pas oublier les fentes & les cavernes. Les grandes maſſes qui forment la ſurface du globe, ne ſont point d'une ſeule pièce. Elles ont éprouvé des ſciſſures qui diviſent les bancs & les lits dont elles ſont compoſées. Les criſtaux qui les forment ſont réunis. Le lieu de la réunion paroît diſtinctement.

Mais ces fentes ne ſont, pour ainſi dire, qu'une ſolution de continuité des maſſes, une interruption, & il n'y a point d'eſpace vide entre les deux portions ainſi ſéparées. On pourroit donner à ces fentes le nom de *ſciſſures*.

Ce qu'on appelle communément *fentes* diffère de celles-ci, en ce qu'il y a un vide plus ou moins conſidérable entre les deux portions ſéparées. Ce ſont les vraies fentes qui ſe prolongent à une diſtance plus ou moins conſidérable.

Mais ſi ce vide a une certaine largeur, il prend le nom de *cavernes* ou *grottes*.

Il faut diſtinguer trois eſpèces de fentes & de cavernes.

1°. Les fentes & cavernes des terreins primitifs.

2°. Celles des terreins ſecondaires.

3°. Celles des terreins volcaniques.

DES FENTES ET DES CAVERNES DES TERREINS PRIMITIFS.

§. CCXLIII. Dans les terreins primitifs, on ne connoît point de vraies fentes. Ce ne ſont que des ſciſſures qui affectent toutes ſortes de directions, & s'étendent à des profondeurs

immenſes. Il n'y a pas ordinairement d'eſpaces vides entre ces parties ainſi fendues. (*Pl. VII.*)

Les granits & porphyres de nos terreins primitifs ſont fendillés de tout côté : on a peine à y rencontrer des maſſes d'une certaine étendue qui ne le ſoient pas. Néanmoins on peut ſoupçonner, d'après les immenſes obéliſques & colonnes qu'on a retirés dans la Haute-Egypte, que les granits de ces contrées y ont moins de ſciſſures.

DES FENTES ET DES CAVERNES DES TERREINS SECONDAIRES.

§. CCXLIV. Dans les terreins ſecondaires, les maſſes ſont par couches & par bancs. Elles ſont ordinairement ſéparées par d'autres couches peu épaiſſes & entièrement terreuſes qui ſe trouvent entre chaque grand banc. Ces petites couches ſont communément d'argile, ou de marne argileuſe. Ce ne ſeroit qu'aſſez improprement qu'on pourroit appeler *fente* cette ſéparation des bancs, excepté lorſque, par quelques circonſtances, les couches ſont devenues verticales, ou à-peu-près verticales.

Ces couches, dont l'étendue ſe prolonge ſouvent à une demi-lieue, à une lieue, &

même davantage, ne ſont pas d'une ſeule pièce. Elles ſont briſées, en différens endroits, par des *ſciſſures*, comme les pierres des terreins primitifs. Lorſque cette ſéparation ne laiſſera point d'intervalle entre les deux bords de la ſéparation, on ne pourra pas l'appeler *fente*. Ce ne ſera qu'une ſciſſure.

Mais il y a ſouvent intervalle, & eſpace vide entre les bords de la ſciſſure : & c'eſt pour lors une vraie fente, qui peut être plus ou moins large.

Ces fentes ſont très-communes dans les terreins ſecondaires. Il en eſt même peu où on n'en obſerve.

Mais il paroît que, lors de la formation de ces couches, cet eſpace, vide aujourd'hui, n'exiſtoit pas, & devoit être rempli.

Souvent il l'étoit par des parties terreuſes & non pétrifiées. On obſerve journellement, dans les bancs de pierres, aux endroits de la ſciſſure, des portions qui ne ſont, pour ainſi dire, qu'à l'état terreux, & n'ont pas de ſolidité. Ces terres auront donc pu être déplacées par une cauſe quelconque, & donner naiſſance à ces fentes.

D'autres fois, pluſieurs couches ſe ſont briſées au même moment ; ce qui a produit des fentes perpendiculaires, ou preſque perpen-

diculaires plus ou moins étendues, ſuivant le nombre des couches fracturées. On voit de ces fentes dans toutes les montagnes calcaires qui ſont ouvertes.

Ces fractures ne ſe correſpondent pas toujours parfaitement; en ſorte que les fentes ſont interrompues, & au lieu d'être verticales, elles ſont en zig-zag. C'eſt ce qu'on peut obſerver facilement dans toutes les hautes montagnes calcaires coupées verticalement. Mais chaque partie ſéparée de la fente eſt toujours à-peu-près verticale. (*fig.* 2, *pl. IV.*)

La même choſe s'obſerve dans les montagnes gypſeuſes. Les couches en ſont également briſées, & les fentes s'étendent plus ou moins profondément, en ſuivant verticalement pluſieurs couches.

Les carrières de Montmartre préſentent même un phénomène aſſez curieux dans ces fractures. Elles forment des colonnes priſmatiques verticales, qui ont pluſieurs angles irréguliers, & rapprochent plus ou moins des priſmes de baſaltes. Mais il s'y trouve auſſi des fentes plus conſidérables, qui ſont verticales, & ont une aſſez grande étendue. Il a coulé, dans pluſieurs de ces fentes, un albâtre calcaire jaunâtre, qui eſt ſuſceptible d'un aſſez beau poli.

On peut aſſigner deux cauſes principales aux fractures ou fentes des terreins ſecondaires.

§. CCXLV. Ces pierres ſont, la plupart, aſſez poreuſes pour retenir une aſſez grande quantité d'eau, qui les pénètre intimément, & en tient les parties diſtendues. Lorſqu'après la retraite des eaux des mers, ces couches ſe ſont trouvées hors de leur ſein, cette eau, dont nous parlons, s'eſt peu-à-peu diſſipée. La pierre s'eſt deſſéchée, & s'eſt fendue, comme le fait une maſſe d'argile qu'on fait deſſécher.

§. CCXLVI. La ſeconde cauſe de ces fractures ou fentes dépend des petites couches terreuſes non pétrifiées, qui ſéparent les grands bancs. Cette partie terreuſe, qui eſt ordinairement argileuſe ou marneuſe, étoit encore plus gonflée par l'eau que la partie pierreuſe. Elle a donc éprouvé une retraite encore plus conſidérable, lorſque ces terreins ſont ſortis du ſein des eaux, & a produit un plus grand effet.

Mais indépendamment de cette retraite, ces petites couches terreuſes ſont ſouvent délayées par les eaux pluviales, qui s'inſinuent entre ces couches pour aller former les fontaines. Ces eaux emportent une partie de cette

terre. Les bancs ſupérieurs, manquant d'une aſſiette fixe, s'affaiſſent & ſe briſent. Cet effet ſera ſur-tout ſenſible le long des vallées où ſe rendent ces eaux des fontaines & des ſources.

Les fentes qui ſe font dans les glaciers confirment ce que nous venons de dire. Ces glaciers ſont formés de neiges, qui tombent pendant l'hiver. Elles s'amoncèlent, ſe taſſent, & forment une glace très-ſolide. Mais la partie qui touche la ſurface de la terre fond continuellement, par l'effet de la chaleur centrale. Elle fournit des courans d'eau, qui coulent ſous ces glaces. Il ſe fait des vides. Les glaces ſupérieures manquant d'appui, ſe briſent avec fracas, & forment ces fentes, ſi communes dans les glaciers, & ſi dangereuſes pour les voyageurs.

Lorſque, par un renverſement de montagnes, les couches de ces terreins ſecondaires deviendront verticales, ou à peu près verticales, & que les eaux courantes entraîneront la petite couche terreuſe qui eſt entre chaque banc, il ſe formera une fente verticale, ou preſque verticale.

Des tremblemens de terre violens, en ébranlant toute une contrée, briſent les couches

dont elle eſt compoſée, & y produiſent des fentes.

Les ſchiſtes & les charbons préſentent auſſi ſouvent des fentes. Elles ſont produites par les mêmes cauſes que dans les terreins calcaires & gypſeux.

Les fentes, dans les terreins calcaires, ſchiſteux & gypſeux, paroiſſent s'étendre à des diſtances immenſes. Car les tremblemens de terre ſont produits, comme nous le verrons, par des fluides aériformes, qui, en ſe dégageant, s'introduiſent dans ces fentes. Or ces tremblemens de terre ſe font reſſentir quelquefois à plus de cent lieues. Celui de Lisbonne, de 1755, paroît même s'être étendu juſqu'à l'extrémité de l'Europe. Mais c'eſt toujours ordinairement dans les terreins ſecondaires.

§. CCXLVII. Tout ce que nous venons de dire des fentes doit s'appliquer aux cavernes. Car, quelque difficulté que préſente leur origine, on ne ſauroit la révoquer en doute. On en connoît un très-grand nombre qui ont été viſitées par des obſervateurs exacts. Elles ſont toutes dans des terreins calcaires ſecondaires, quelquefois dans le gypſe.

Une des plus célèbres eſt celle de Paros, qui a été bien décrite par Tournefort. Elle eſt

d'une vaſte étendue, compoſée de pluſieurs chambres.

L'intérieur de toutes ces cavernes ou grottes eſt tapiſſé de belles ſtalactites, qui pendent au haut des voûtes. Quelquefois le ſuc pierreux tombe du haut de la grotte ſur ſon fond, & y forme des ſtalagmites.

Il eſt peu de contrées où on ne trouve de ces grottes. Il y en a pluſieurs en France, dont nous avons des deſcriptions exactes. Une des plus ſingulières, eſt celle d'Arcy, près Vermanton, auprès d'Auxerre. Elle eſt dans des couches de pierre calcaire. Sa longueur eſt de deux cent quarante-ſept toiſes. Elle eſt compoſée de pluſieurs chambres ou ſalles, remplies de ſtalactites & de ſtalagmites; quelques-unes contiennent de l'eau. Mais ce qui eſt aſſez étonnant, c'eſt qu'en pluſieurs endroits de la grotte, on voit, entre les lits du rocher, une couche de deux pieds d'épaiſſeur d'un gros gravier, mêlé de beaucoup de mica & de granit. Ce gravier y a été apporté vraiſemblablement par la petite rivière de Cure, qui paſſe auprès de la grotte, & qui vient des montagnes granitiques auprès de Château-Chinon (1).

(1) Deſcription de la grotte d'Arcy, par Pazumot. *Mém. de l'Acad. de Dijon*, an. 1784.

La caverne de la Balme, auprès de Cluſe, en Savoie, a plus de ſeize cents pieds de longueur. On y rencontre au milieu une eſpèce d'ouverture, qu'on appelle *puits*, & qui eſt très-profonde, autant que j'en ai pu juger par les pierres que j'y ai jetées.

L'eau coule dans cette caverne le long des parois, & y forme des ſtalactites.

Les grottes ou cavernes, dans les gypſes, ſont plus rares que dans les matières calcaires. Cependant on y en trouve. Pallas en a vu pluſieurs dans ſon voyage de Sibérie. La première, dont il parle, eſt ſituée près de la Piana, dans une roche gypſeuſe : elle a plus de cent vingt pieds de longueur ſur une largeur & une hauteur qui varient continuellement. Il y a un courant d'eau.

Il a vu une ſeconde caverne dans le gypſe, auprès d'Inderskaïa.

De troiſièmes cavernes dans des pierres gypſeuſes, auprès de Kitſchiginskof...

Il y a auſſi des cavernes dans des ſchiſtes ſolides, tels que des ſchiſtes qui contiennent beaucoup de calcaire. Pallas a vu une caverne aſſez étendue dans des ſchiſtes calcaires à Liſſoctach.

Les cauſes qui ont produit ces cavernes ſont faciles à concevoir. Leur formation eſt poſtérieure

poſtérieure à celle de la montagne. Car des couches ſuppoſent toujours un lit, une aſſiette fixe, ſur laquelle elles repoſent : & comme toutes les montagnes où ſont ces grottes, ſont par couches, il s'enſuit que les grottes n'exiſtoient pas dans le tems que les couches ſe ſont dépoſées.

Mais à la place de ces grottes, les couches n'avoient point de ſolidité ; elles étoient ou terreuſes, ou de pierres tendres. Les eaux qu'on rencontre dans toutes ces cavernes ont délayé ces terres, ces pierres, & les ont entraîné dans leur cours. Et ainſi s'eſt formée la grotte, qui s'eſt enſuite agrandie par la même action continue des eaux. Les parties granitiques qu'on trouve dans celle d'Arcy, ne laiſſent aucun doute à cet égard.

Dans la grotte d'Orſelles, en Franche-Comté, les bancs des rochers, qui lui ſervent de parois, ſont creuſés & rongés comme ceux des bords d'un fleuve ; ce qui indique bien qu'il y a eu des courans.

Nous verrons (§. CCLXI) pluſieurs rivières, pluſieurs fleuves ſe perdre dans l'intérieur de la terre pendant un eſpace plus ou moins long. Sans doute leurs eaux traverſent de pareilles grottes ſouterreines.

Quelquefois il arrive que la cauſe qui a

formé les grottes les détruit. Les eaux minant les parties qui ſoutiennent le toit de la grotte, il s'affaiſſe, & la comble en plus ou moins grande partie.

Les grottes ſe comblent encore journellement par une autre cauſe. Nous avons dit que, dans la plupart, les eaux courantes y forment des ſtalactites & des ſtalagmites. Ces concrétions pierreuſes peuvent s'augmenter au point de remplir la grotte plus ou moins complètement. Il eſt même peu de grottes dans leſquelles ces concrétions n'aient fermé quelques galeries.

DES FENTES ET DES CAVERNES VOLCANIQUES.

§. CCXLVIII. Il y a un autre ordre de fentes & de cavernes. Ce ſont celles qui exiſtent ſous les montagnes volcaniques.

Quand on conſidère que l'Etna brûle depuis plus de trois mille ans; qu'il a vomi une ſi grande quantité de laves, que ſon cratère ſe trouve élevé de ſeize cent quatre-vingts toiſes au-deſſus du niveau de la mer (il eſt vrai qu'on doit ſuppoſer que la montagne où il s'eſt formé avoit déjà une certaine hauteur); que le contour de toute la montagne eſt de plus de trente-trois lieues, & qu'une grande partie

de la Sicile eſt couverte de laves, de ponces & autres matières qui ont été vomies par ce volcan principal & ſes collatéraux, on conçoit facilement qu'il doit y avoir ſous cette maſſe des cavités immenſes.

Toutes les îles Liparis paroiſſent des produits des volcans éteints, ou en activité, qui communiquent peut-être avec l'Etna.

Le Véſuve fournit une preuve directe de ces excavations. Car, en 1631, dans une grande éruption, la mer de la baie de Naples communiqua dans ces cavernes en ſi grande quantité, que la baie fut preſque à ſec. Mais bientôt le volcan revomit ces eaux toutes bouillantes.

Les mêmes cavernes doivent ſe retrouver ſous tous les volcans, ſoit en activité, ſoit éteints. Quelles cavernes immenſes ne doivent pas exiſter ſous Chimboraco, ſous Pitchinca, ſous Cotopaxi, ſous l'Hécla, ſous l'Ayatcha...

Enfin, nous verrons un grand nombre de contrées où ont été autrefois des volcans très-conſidérables. Il doit donc s'y rencontrer des cavernes proportionnées à ces feux qui y ont exiſtés.

Les volcans ſous-marins ſont en très-grand nombre, ſoit ceux qui ſont en activité, ſoit ceux qui ſont éteints. Pluſieurs ont vomi des

les plus ou moins considérables. Ils doivent donc renfermer des cavités immenses.

Enfin, nous verrons qu'il existe des feux souterreins que nous ne connoissons pas, parce qu'ils ne s'annoncent point par des explosions, comme ceux des volcans. Ces feux consomment, & par conséquent excavent des cavernes.

§. CCXLIX. Dans l'énumération que nous venons de faire des fentes & des cavernes qui se trouvent dans différentes parties du globe, nous n'en avons point trouvé dans les terreins primitifs. Car on ne peut guère appeler *cavernes* les *fours à cristaux*, qui ne sont ordinairement que de petites cavités où s'opèrent les cristallisations du quartz. Ces cavités ont en général peu d'étendue, & sont même, le plus souvent, en partie remplies de stéatite blanchâtre ou verte, d'argile . . . qui s'attachent aux cristaux de quartz. Il est cependant quelques-unes de ces cavités qui pourroient porter le nom de *cavernes*. Elles ont dix, douze, quinze pieds dans certains sens.

Ces cavités sont produites par une cause différente de celle des terreins secondaires & volcaniques. Les terreins primitifs sont formés de cristaux, qui se sont groupés. Or, nous

ſavons que des criſtaux qui ſe groupent laiſſent ſouvent des interſtices entr'eux : & on reconnoît, en examinant les fours à criſtaux, que c'eſt de cette manière qu'ils ont été formés. On y apperçoit des maſſes criſtalliſées, qui avancent, d'autres qui ſe retirent, comme dans les groupes de criſtaux.

On conçoit qu'il a pu y avoir de très-grandes cavités formées de cette manière. Car, dans des criſtalliſations de maſſes auſſi immenſes que celles qui forment le globe, il a dû ſe former des cavités d'un ordre bien différent de celles des fours à criſtaux. Lors de la criſtalliſation générale du globe, toute la maſſe n'a pas criſtalliſé dans le même moment. Suivons-en les différens tems.

Il s'eſt d'abord formé, comme dans toute criſtalliſation, des maſſes criſtallines, ou au fond du liquide, ou dans ſon milieu, mais qui ont toutes gagné le centre du globe par la loi de la gravité. Nous avons vu qu'il paroît que le centre du globe a plus de denſité que ſa ſurface (§. XXVII), & qu'il paroît que ce ſont ſur-tout des parties ferrugineuſes qui ſe ſont arrangées le long de ſon axe (§. XXX). Ces maſſes ont dû ſe comporter comme toutes les criſtalliſations régulières, c'eſt-à-dire, laiſſer des eſpaces vides entr'elles. Ces eſpaces

auront été plus ou moins considérables, & très-irréguliers, comme nos *fours à cristaux*.

Ils prendront le nom de *fentes*, s'ils sont étroits & alongés.

Autrement ils conserveront le nom de *cavernes*.

Les cristaux, se croisant en toutes sortes de directions, auront pu fermer quelques-unes de ces cavités; mais ils laisseront une issue au plus grand nombre.

Quelques-unes de ces masses de cristaux pourront culbuter les unes sur les autres. Quelques-unes s'accrocheront par les parties les plus saillantes. Mais de nouvelles masses venant surcharger celles-ci, le tout tombera, & se précipitera. Dans ces chutes, il se formera de nouveaux vides, de nouvelles fentes, de nouvelles cavernes.

Jusqu'ici nous ne nous sommes point écartés des analogies. Mais il est plus difficile de les suivre pour les événemens postérieurs. Il s'agit de rechercher qu'est-ce qu'il y aura dans ces vides, dans ces fentes, dans ces cavernes.

Il paroîtroit d'abord que cette cristallisation s'opérant dans les eaux, les vides qui existeront entre les masses cristallisées, devroient être remplies par ces eaux, comme cela se

pratique dans les vaſes où s'opèrent nos criſtalliſations, & que ces cavités ne pourroient ſe vider qu'à meſure que les eaux des mers ſe retireroient de deſſus la ſurface de la terre, & mettroient au-deſſus de leur niveau ces cavernes, comme le ſont aujourd'hui toutes celles que nous connoiſſons.

Je crois néanmoins que cela n'a pas lieu, & voici les analogies ſur leſquelles je me fonde.

§. CCL. Je ſuppoſe que, dans ces premiers momens, il y avoit un grand degré de chaleur à l'intérieur du globe. Pluſieurs fluides aériformes auront pu être réduits en vapeurs, & aller remplir celles de ces cavernes & de ces fentes qui n'avoient point d'iſſue à leurs parties ſupérieures. Mais nous reviendrons ailleurs à cette queſtion. Il nous ſuffit ici de prouver qu'il a pu ſe former, dans l'intérieur du globe, des fentes & des cavernes, quel que ſoit le fluide qui les rempliſſe.

DES FENTES ET DES CAVERNES PRODUITS PAR LE REFROIDISSEMENT DU GLOBE.

La chaleur primitive qu'avoit le globe aura été une cauſe puiſſante, qui aura produit des

fentes & des cavernes conſidérables. Car tous les corps ſont dilatés par la chaleur : des pierres, des ſubſtances métalliques très-échauffées, fondues ou non fondues, éprouveront une dilatation quelconque. Le refroidiſſement leur cauſera une retraite qui les fera fendre. Les matières volcaniques ſe fendent en ſe refroidiſſant ; ce qui contribue vraiſemblablement à la forme priſmatique de celles qu'on appelle *baſaltes*. Les parties intérieures du globe, celles qui ſont vers ſon centre, conſerveront très-long-tems leur chaleur ; tandis que celles qui ſont à ſa ſurface en perdront continuellement. C'eſt ce qui produit le refroidiſſement du globe qu'on ne ſauroit révoquer en doute.

Ces couches extérieures éprouveront donc une retraite, tandis que les couches intérieures n'en éprouveront aucune, ou preſque aucune. Il ſe formera donc dans ces couches extérieures des fentes, des cavernes, qui s'étendront à de grandes diſtances, & parcourront toute la ſurface du globe. Car ſur une ſphère de 2865 lieues de diamètre, on ſent que le plus léger refroidiſſement à ſa ſurface, tandis que ſon centre conſerve ſa chaleur primitive, doit produire des gerçures, des fentes, des cavernes conſidérables.

Si la retraite ſe porte principalement ſur une partie, la fente formera un grand écartement, une vallée plus ou moins étendue, plus ou moins profonde. Or c'eſt ce qui arrive le plus ſouvent dans les corps que nous pouvons obſerver.

Les *ludus helmontii* nous en donnent une idée. Ces maſſes ſe fendent & ſe gercent en grandes portions.

Un tronc d'arbre vert ſe fend par le deſsèchement, mais c'eſt toujours en grandes portions.

Des maſſes de verre, qui ſe fendent en ſe refroidiſſant, ſe diviſent en grandes maſſes ... & ſubitement.

On peut ſuppoſer que les baſaltes ſe ſont diviſés ainſi en grandes maſſes, comme nous le verrons.

La même choſe aura donc pu avoir lieu à la ſurface de la terre. Le refroidiſſement l'aura fait diviſer en des portions plus ou moins étendues, & aura donné ainſi naiſſance à des grands écartemens, à des grandes vallées.

Il ſe peut que pluſieurs de ces grands écartemens ſervent aujourd'hui de baſſins à des lacs, à des mers Méditerranées, même à de grandes mers.

Ces écartemens auront donc pu ſervir à deſſiner quelques-uns des continens & quelques îles.

Ces écartemens, ces fentes auront pu s'opérer quelquefois ſubitement, comme nous avons vu que cela a lieu pour de groſſes maſſes de verre qui ſe refroidiſſent ſans avoir été recuites.

Mais, le plus ſouvent, la retraite ſe ſera faite peu-à-peu, & par gradation, à meſure que le refroidiſſement ſe ſera accru.

Nous avons vu que les tremblemens de terre nous indiquent des fentes qui s'étendent à de très-grandes diſtances, quelquefois juſqu'à pluſieurs centaines de lieues. Elles auront pu être produites par cette cauſe.

DE L'AFFAISSEMENT ET RENVERSEMENT DES MONTAGNES.

§. CCLI. Des montagnes affaiſſées & renverſées effrayent d'abord l'imagination. Cependant les faits que nous venons de rapporter font connoître facilement la cauſe d'auſſi grands phénomènes, dont d'ailleurs l'hiſtoire & les obſervations ne permettent pas de douter. Nous allons parler de chacun de ces phénomènes en particulier.

DES MONTAGNES AFFAISSÉES.

On apperçoit, dans les terreins ſecondaires, que la plupart des couches ſont briſées. Pluſieurs ſont affaiſſées d'une quantité plus ou moins conſidérable, relativement à celles qui leur ſont contigues : & on reconnoît bien que c'eſt un véritable affaiſſement, parce que les couches contigues ſont de la même nature que celles qui ſont affaiſſées ; & on reconnoît, dans ces maſſes, les différens bancs qui étoient parallèles, & qui ſe retrouvent actuellement à des hauteurs différentes. (*Pl. IV, fig. 3*). La cauſe de ce phénomène paroît aſſez bien connue.

Entre la plupart des bancs de pierre, il ſe trouve des couches d'argile, ou de marne, qui ne ſont point pétrifiées. Ces couches étoient gonflées par l'humidité. Lorſque ces terreins ſont ſortis du ſein des eaux, ces petites couches terreuſes ſe ſont deſſéchées. Elles ont donc éprouvé une retraite quelconque.

Dès-lors, les couches ſupérieures ſubiront un petit affaiſſement proportionné à cette retraite. Mais cet affaiſſement ſera inégal, parce que la retraite elle-même le ſera. Toutes ces couches ſe fendilleront, & préſenteront des lits plus ou moins inclinés en lignes courbes.

C'eſt ce que l'on obſerve dans les couches des petites collines éparſes dans les plaines, ſur-tout dans celles qui ſont le long des vallées. Les eaux ſouterreines, qui coulent entre ces couches pour ſe rendre dans la vallée, charient des portions de ces couches terreuſes non pétrifiées, les emportent, & ôtent par conſéquent les ſupports des couches ſupérieures.

DES MONTAGNES RENVERSÉES.

§. CCLII. Les obſervateurs font mention d'un grand nombre de montagnes qui ont été culbutées & renverſées. Nous allons en citer quelques-unes.

L'hiſtoire de l'Académie des Sciences de Paris (année 1715) rapporte la chute d'une pareille montagne, dans les termes ſuivans :

« Au mois de Juin 1714, une partie de » la montagne de Diableret, en Valais, » tomba ſubitement, & tout à la fois, entre » deux & trois heures après-midi, le ciel » étant fort ſerein. Elle étoit de figure co- » nique. Elle renverſa cinquante-cinq cabanes » de payſans, écraſa quinze perſonnes & plus » de cent bœufs & vaches, & beaucoup plus » de menu bétail, & couvrit de ſes débris » une bonne lieue quarrée. Il y eut une pro- » fonde obſcurité cauſée par la pouſſière;

» les tas de pierres amaſſées au bas ſont hauts » de plus de trente perches, qui ſont appa- » remment des perches du Rhin, de dix pieds. » Ces amas ont arrêté des eaux qui forment » de nouveaux lacs fort profonds. Il n'y a » dans tout cela nul veſtige de matière bitu- » mineuſe, ni de ſoufre, ni de chaux cuite, » ni par conſéquent de feu ſouterrein : appa- » remment la baſe de ce grand rocher s'étoit » pourrie d'elle-même & réduite en pouſ- » ſière ».

En 1618, la ville de Pleurs, en Valteline, fut enterrée ſous les rochers, au pied deſquels elle étoit ſituée.

En 1678, il y eut une grande inondation en Gaſcogne, cauſée par l'affaiſſement de quelques morceaux de montagnes, dans les Pyrénées, qui firent ſortir les eaux qui étoient contenues dans les cavernes ſouterreines de ces montagnes.

En 1680, il en arriva encore une plus grande en Irlande. Elle avoit auſſi pour cauſe l'affaiſſement d'une montagne dans des cavernes remplies d'eau.

En 1751, au mois de Juillet, il y eut une montagne qui s'écroula dans la Savoie, du côté de Sallenche; Donati a été témoin d'une partie de cet écroulement, & l'a dé-

éruptions volcaniques, quelques-unes de ces cavernes pourront donc être culbutées : & c'eſt ce qui arrive aſſez ſouvent, comme nous le verrons ailleurs. Car, il n'y a pas de tremblemens de terre un peu violens, qui ne renverſent quelques montagnes.

Mais ces tremblemens de terre ſe propagent au loin, & à une grande diſtance de leurs foyers. Ils pourront donc renverſer des montagnes ſous leſquelles il y auroit des cavernes autres que les volcaniques, culbuter les couches, les incliner.... Auſſi eſt-ce dans les contrées proche des volcans, qui, par conſéquent, ont été tourmentées par les commotions ſouterreines, qu'on trouve le plus grand nombre de ces couches inclinées & culbutées.

§. CCLIII. Mais indépendamment de ces montagnes renverſées, dont l'hiſtoire nous a conſervé la tradition, il en eſt beaucoup d'autres que nous ne ſaurions douter avoir été culbutées & s'être affaiſſées. Quand on voyage dans les grandes montagnes, comme dans les Alpes, dans le Jura, dans les Pyrénées, on en voit des preuves à chaque pas.

De Pontarlier à Neufchâtel, on obſerve en pluſieurs endroits, des maſſes plus ou moins

moins conſidérables de montagnes dont les lits ou couches ſont affaiſſées en partie. La *figure* 3 de la *planche IV*, repréſente une de ces coupes de montagnes. On voit la bande du milieu, s'être affaiſſée beaucoup plus que les deux autres, dont l'une l'eſt cependant encore moins que l'autre. On reconnoît facilement les différentes couches dans chacune de ces trois maſſes. Elles y ſont différemment ombrées.

Il y a, ſur la même route, auprès de Saint-Sulpice, un endroit où des grands bancs calcaires, de pluſieurs centaines de pieds de longueur, ſont preſque verticaux. Ils ne ſauroient avoir été formés dans cette poſition; c'eſt donc une chute dans la montagne qui leur a donné cette poſition. L'inſpection des lieux ne laiſſe aucun doute à cet égard.

Je ne rapporterai pas ici un plus grand nombre de ces obſervations. Il n'eſt pas d'obſervateur qui, en voyageant, n'ait été dans le cas d'en reconnoître la vérité à chaque pas. Nous en verrons, dans le cours de cet ouvrage, pluſieurs exemples.

On doit ſur-tout diſtinguer à cet égard les pays très-montueux, d'avec les plaines ou les côteaux.

Dans les hautes montagnes, les affaiſſemens

ont été très-considérables : plusieurs montagnes, qui contenoient des cavernes, ont été renversées...

Dans les plaines ou les petites collines, il y a peu de cavernes. On apperçoit seulement des fentes prolongées. Les eaux courantes entraînent les parties terreuses qui se trouvent entre les bancs de pierre : ce qui produit de légers affaissemens.

DE L'ORIGINE DES FONTAINES.

§. CCLIV. Les fontaines naissent toujours des flancs des montagnes, & coulent dans leurs gorges. Les montagnes, les collines, les côteaux, condensent les vapeurs : les brouillards s'arrêtent sur leurs sommets : les nuages humectent leurs surfaces : les pluies les pénètrent... toutes ces causes fournissent les eaux d'où naissent les fontaines.

On rapporte que la masse de terre employée pour élever un bastion considérable, fut suffisante pour condenser les vapeurs & fournir, au pied du bastion, une fontaine qui ne tarissoit point.

La nature des terres influe beaucoup sur les fontaines que peut fournir un espace de ter-

sein. Cela dépend de leur affinité avec l'eau.

Les terres calcaires ont peu d'affinité avec elle, & ne la retiennent point.

La terre quartzeuſe, ou plutôt le ſablon quartzeux, n'a aucune affinité avec l'eau, & ne peut l'empêcher de s'échapper.

Il n'en eſt pas de même de la terre argileuſe: l'eau la pénètre, la gonfle, a une grande affinité avec elle, & ne peut paſſer au travers. Il n'eſt pas néceſſaire que l'argile ſoit pure pour produire ces effets. De l'argile mêlée de ſable ou de terre calcaire, ou d'humus, ou de chaux de fer ... en ſuppoſant qu'elle y ſoit en une certaine quantité, eſt également propre à retenir l'eau.

Ces principes établis, faiſons-en l'application.

§. CCLV. Si un terrein eſt humecté, ſoit par la pluie, ſoit par les nuages & les brouillards .... une partie de l'eau coulera à ſa ſurface; ſi elle ne peut pénétrer le terrein, elle en ſuivra les pentes, & ſe rendra immédiatement dans les ruiſſeaux, les rivières, les fleuves, les lacs & les mers.

Une autre portion de cette eau pénétrera les terres & les imbibera.

De cette ſeconde portion, une certaine quan-

tité ſera emportée auſſi-tôt par l'évaporation, & ira former de nouveaux nuages.

Une autre quantité fournira à la végétation.

Enfin la troiſième partie demeurera dans cette terre, ſuivant ſa nature, en raiſon de l'affinité qu'elle a avec elle. Sera-ce un ſablon quartzeux? Elle paſſera rapidement. Elle s'arrêtera un peu plus dans une terre crétacée. Mais dans une argile, ou une marne, elle y demeurera long-tems.

Cette eau abandonnera donc plus ou moins promptement les terres : & ſuivant l'inclinaiſon du local, elle ſe rendra dans les endroits les plus bas. C'eſt une ſuite naturelle des loix de l'hydroſtatique.

L'eau trouve-t-elle enfin un obſtacle imperméable? Elle s'y arrêtera, ſi cet obſtacle forme un enfoncement, un baſſin, & formera un petit lac ſouterrein (*figure 2, planc. IV*). Elle s'élèvera dans ce lieu juſqu'à ce qu'elle trouve une iſſue pour s'échapper en ſuivant les pentes.

Si le terrein qui arrêtera cette eau ne forme point de baſſin, mais un plan incliné, elle ſuivra ce plan, & ira former des fontaines aux lieux où ſe terminera ce plan.

Des pierres dures & continues ſans fentes,

produiront le même effet que des couches d'argile.

Dans les montagnes granitiques & primitives, les pierres ſont dures, imperméables à l'eau, & n'ont preſqu'aucune fente. Dès que les eaux, après avoir traverſé les terres ſupérieures, arriveront à ces pierres, elles y trouveront un obſtacle inſurmontable, & couleront ſur ces plans inclinés qui aboutiſſent par-tout à la ſurface. Elles y viendront former des fontaines. C'eſt pourquoi, dans les terreins primitifs, les fontaines ſont très-multipliées; mais elles n'ont qu'un petit volume d'eau.

Les choſes ſe paſſent autrement dans les terreins ſecondaires (*planche IV, figure 2*). Les bancs de pierre y ſont fendus de tous les côtés. Ils ne pourront donc arrêter les eaux qui ſe précipiteront dans ces fentes, couleront entre les bancs, à des diſtances plus ou moins conſidérables : d'ailleurs, les pentes ſont moins rapides dans ces eſpèces de terreins; les eaux couleront donc avec moins de vîteſſe... Toutes ces cauſes réunies y rendront les fontaines plus rares.

Mais d'un autre côté la terre y eſt le plus ſouvent marneuſe ou argileuſe. Les eaux, par leur affinité avec ces terres, y ſeront retenues plus long-tems.

Ces mêmes couches marneuſes ou argileuſes, lorſqu'elles ſeront continues, formeront un obſtacle imperméable à l'eau. Elles ſeront contenues comme dans un réſervoir, & ne s'échapperont que lorſqu'elles trouveront des fentes dans ces couches. Nous avons vu qu'on rencontre très-ſouvent de pareilles couches marneuſes ou argileuſes entre les différens bancs de ces pierres.

Lorſque ces couches argileuſes ont une pente qui les conduit à la ſurface de la terre, les eaux qui couleront deſſus ces couches viendront former une fontaine au lieu le plus bas de la couche.

Ces couches d'argile n'ont-elles point d'iſſue à la ſurface de la terre, mais au-deſſous de cette ſurface ? les eaux, ſuivant toujours la pente, formeront des courans ſouterreins.

Ces courans ſouterreins ſortiront enfin en grande maſſe à la ſurface de la terre, au bas des grandes montagnes : tels ſont ceux qui forment les ſources de la Loire, la fontaine de Vaucluſe... leſquels ſont très-conſidérables.

Il eſt poſſible que ces courans ſouterreins aillent juſques dans le ſein des mers pour y produire ces ſources d'eaux douces qu'on y rencontre ; & il n'eſt point douteux qu'un

grand nombre de courans ſouterreins s'y rendent.

Quelques bancs de ces pierres des terreins ſecondaires ſeront aſſez continus ſans fentes, pour que les eaux puiſſent couler deſſus ſans ſe perdre.

Ces couches imperméables à l'eau pourront quelquefois faire un enfoncement, & former une eſpèce de vaſe dont les côtés ſont également imperméables. Les eaux qui s'y rendent y ſont retenues comme dans un canal, & s'y élèvent juſqu'à ce qu'elles trouvent une iſſue. C'eſt à cette cauſe qu'on doit attribuer ces réſervoirs ſouterreins qu'on rencontre quelquefois.

D'autres fois il ſe trouve comme un double canal l'un dans l'autre. Les eaux qui coulent entre deux y ſont contenues comme dans un ſyphon. C'eſt ce qui ſe préſente en pluſieurs endroits.

Shaw, dans ſon voyage en Barbarie, rapporte que dans des plaines immenſes qui ſe trouvent dans le royaume d'Alger, éloignées de toute montagne, on ſe procure de l'eau par un procédé fort diſpendieux.

« Les villages de Wad-Reag dans le » royaume d'Alger, ſont fournis d'eau d'une

Ces mêmes couches m[illegible]. On creuſe des puits lorſqu'elles ſeront con[illegible] braſſes de profondeur, tacle imperméable [illegible]que jamais d'y trouver de tenues comme d[illegible]dance. Les habitants lèvent, peront que [illegible], diverſes couches de ſable & dans ces [illegible], juſqu'à ce qu'ils trouvent une contre [illegible] de pierre qui reſſemble à de l'ar-neuſ[illegible], que l'on ſait être préciſément au-d[illegible]ſſus de ce qu'ils appellent bahar-taht-[illegible]i-red, ou la mer au-deſſus de la terre. Cette » pierre ſe perce aiſément, & l'eau ſort en quan-» tité ſi ſoudainement, & en ſi grande abon-» dance, que ceux qu'on fait deſcendre pour » cette opération en ſont quelquefois ſurpris » & ſuffoqués, quoiqu'on les retire auſſi » promptement qu'il eſt poſſible ». *Tom. I, pag. 169.*

Dans les environs d'Aire, en Artois, on creuſe des puits juſqu'à ce qu'on rencontre une couche argileuſe. On conſtruit ſur cette couche, la maçonnerie du puits, & on l'élève en pratiquant en haut un canal d'écoulement. Un ouvrier intelligent deſcend pour lors au fond du puits, perce avec une tarrière ce fond argileux. L'eau ſort à gros bouillons, s'élève juſqu'au canal de dégorgement, & fait une ſource qui coule continuellement.

A Saint-Venant, dans le même canton,

une ſource qui jaillit à ſix pieds de hau-
vient d'environ deux cents pieds de
r. On faiſoit un trou de ſonde. En
ſonde, l'eau jaillit & n'a pas ceſſé
plus de cinquante ans, quoiqu'il n'y
oint d'ouvrage de maçonnerie. Ce ſont
its que je tiens de Laumont.

même choſe a lieu auprès de Modène,
t Ramazzini. On creuſe les puits juſqu'à
profondeur de ſoixante-trois pieds. On perce
lors avec une tarrière une couche d'ar-
de cinq pieds d'épaiſſeur. Auſſi-tôt l'eau
avec force, le puits ſe remplit preſque
au ſommet, & l'eau coule continuelle-

n ne peut expliquer ces phénomènes qu'en
ſant une double couche argileuſe, ſéparée
les terreins intermédiaires. C'eſt dans ces
ins où l'eau des pluies ſe ramaſſe, & ſe
e contenue par la double couche argileuſe
ne dans un ſyphon (*fig.* 1, *planc. IV*).
tte double couche argileuſe ſe rencontre
ent; mais pour les puits ordinaires il faut
le fond repoſe ſur une maſſe argileuſe,
r des bancs de pierres imperméables &
: certaine épaiſſeur. On creuſe dans ces
hes épaiſſes. Les eaux qui coulent ſur
couches ſe rendent dans ces creux, s'y

amoncèlent, & s'y élèvent jusqu'à ce qu'elles rencontrent des endroits perméables à travers lesquels elles s'échappent. On trouve très-rarement de grands réservoirs intérieurs où l'eau s'arrête lorsqu'on suit des sources, & cependant on a suivi des sources à de grandes profondeurs dans les montagnes & dans les mines.

A Bex, par exemple, en Suisse, on a suivi les sources d'eaux salées à plus d'une lieue dans la montagne, sans rencontrer de réservoirs.

La plupart des sources sont donc entretenues par des terres humectées, soit par les rosées & les brouillards, soit par les pluies. Ces terres retiennent l'eau avec plus ou moins de force, suivant leurs différens degrés d'affinités avec elles; mais enfin les eaux les abandonnent, suivent les pentes; & lorsqu'elles trouvent des obstacles imperméables, qui aboutissent à la surface de la terre, elles y viennent former des fontaines.

Il n'est donc plus douteux que les fontaines ne soient entretenues par les nuages élevés des terres & des mers, & arrêtés sur les hautes montagnes par les neiges & par les eaux pluviales. Nous en avons un exemple célèbre dans les crues du Nil. Des vents du nord appelés les *étésiens* par les anciens, chassent les nuages élevés de la Méditerranée vers les

hautes montagnes de l'Abyſſinie. Ces nuages s'y amoncèlent, s'y condenſent & s'y réſolvent en pluies abondantes, qui durent pluſieurs jours & cauſent les débordemens du Nil.

La même choſe a lieu ſur toutes les hautes montagnes, & y produit également des pluies immenſes à des époques fixes, & des inondations immenſes. Les mouſſons de l'Inde conduiſent ſur les Gates, alternativement à l'orient & à l'occident, des nuages de l'Océan Indien, & produiſent les pluies périodiques ſur chacune des deux côtes, toujours aux mêmes époques. Les nuages de la mer Atlantique ſont condenſés ſur les Cordilières, où ils produiſent, à des époques fixes, les débordemens immenſes des grands fleuves qui ſortent de ces montagnes.

§. CCLVI. Mais n'y a-t-il pas une portion de ces eaux qui ſe rend dans l'intérieur du globe? Cela me paroît aſſez vraiſemblable.

Il eſt certain, comme nous l'avons vu, que la maſſe d'eaux qui eſt à la ſurface du globe diminue, & qu'une partie des eaux des mers ſe rend dans des cavernes intérieures.

Ne pourroit-on pas dire également qu'une partie des eaux douces, qui coulent à cette

ſurface, ſe rend dans ces mêmes cavernes intérieures?

Il eſt sûr qu'il y a beaucoup de cavernes, & de grandes fentes dans la partie des continens. Les tremblemens de terre indiquent que ces fentes s'étendent à des diſtances immenſes.

Il eſt probable que pluſieurs de ces fentes pénètrent à des profondeurs au-deſſous du niveau des mers, comme l'indiquent les volcans ſous-marins.

Il eſt probable que des eaux ſouterreines coulantes doivent rencontrer quelques-unes de ces fentes, & s'y précipiter.

Pluſieurs faits paroiſſent indiquer que ces évènemens ne ſont point auſſi rares qu'on pourroit le croire. Un aſſez grand nombre de rivières ſe perd, & leurs eaux ne reparoiſſent plus; telles ſont les eaux de l'Yvette auprès de Paris, du Loiret du côté d'Orléans, de pluſieurs autres du côté de Poitiers, d'Aigle, de Neufchateau....

Sur les bords de la mer, on a beaucoup de puits d'eau douce à une profondeur au-deſſous du niveau de la mer. Ses eaux ne communiquent nullement à ces puits. Ce ſont les eaux pluviales qui, ici comme ailleurs, entretiennent ces puits. Elles ne peuvent ſe

rendre dans le baſſin de la mer, puiſque, comme nous l'avons dit, il n'y a nulle communication entre les unes & les autres. Il faut donc que toutes ces eaux ſe rendent dans des cavités intérieures. Par conſéquent tout paroît confirmer l'opinion que j'avance, qu'une partie des eaux courantes, à la ſurface du globe, peut ſe rendre dans ſon intérieur.

§. CCLVII. D'un autre côté, ne ſe pourroit-il pas, dans quelques circonſtances, que la chaleur ſouterreine centrale volatiliſât une portion de ces eaux intérieures, qui, comme l'avoit dit Deſcartes, viendroient ſe condenſer à la ſurface interne des montagnes, & contribueroient à la formation de quelques fontaines? Il eſt sûr que cet effet eſt produit quelquefois par les feux des volcans.

Ceci établiroit une communication entre les eaux qui coulent dans l'intérieur du globe, & celles qui coulent à ſa ſurface.

La même communication, à l'intérieur & l'extérieur du globe, a lieu pour tous les autres grands fluides, tels que le fluide électrique, le fluide magnétique, la matière de la chaleur, les airs... Ils cherchent toujours à ſe mettre en équilibre.

Lorſque la terre eſt ſurchargée d'électricité, elle en communique à l'atmoſphère: & réci-

proquement, ſi l'atmoſphère en a plus que la terre, elle lui en rend; ce qui forme la foudre aſcendante & deſcendante.

Il ſe verſe également des fluides aériformes du ſein de la terre dans le vague de l'air: &, d'un autre côté, les fluides de l'atmoſphère ſe combinent avec les terres & les pierres pour former de nouveaux compoſés. Ces mêmes principes, puiſés dans l'atmoſphère, ſe retrouvent dans les foſſiles, les charbons & les tourbes.

C'eſt la marche perpétuelle de la nature de lier par-tout ſes ouvrages les uns aux autres. Il me paroît donc très-vraiſemblable qu'il y a la même communication entre les eaux extérieures & les eaux intérieures.

Pour porter toute la préciſion poſſible dans cette matière, il faudroit pouvoir réſoudre les problêmes ſuivans:

1°. Quelle eſt la quantité d'eau qui tombe ſur la ſurface de la terre.

2°. Quelle eſt la quantité d'eau qui s'évapore.

3°. Quelle eſt la quantité d'eau que les fleuves verſent dans les mers.

Nous n'avons pas encore aſſez d'obſervations pour répondre avec préciſion à toutes ces queſtions. Je vais rapporter les faits qui me

paroiſſent les plus certains : & nous en tirerons, par approximation, les conſéquences qui nous paroîtront les plus probables.

DE LA QUANTITÉ D'EAU QUI TOMBE SUR LA SURFACE DE LA TERRE.

§. CCLVIII. Pour avoir la quantité d'eau qui tombe dans l'année, les phyſiciens ont inventé un inſtrument, qu'ils nomment *udiomètre*. C'eſt un vaſe d'une ſurface quelconque, par exemple, d'un pied en carré, percé dans ſon fond, & ayant un petit conduit qui porte toute l'eau tombée dans un autre vaſe, dont la ſurface eſt exactement la même, lequel eſt placé dans un appartement intérieur. Une échelle, graduée exactement, ſe trouve dans celui-ci, & indique la quantité d'eau tombée.

Mais on ſent qu'il y a toujours des pertes. Par exemple, lorſqu'il tombe peu d'eau, il y a une grande pente, ſeulement pour humecter les vaſes. Par conſéquent, on n'obtient que des à-peu-près, qui, au reſte, ſont ſuffiſans dans ces ſortes de matières.

Les réſultats de ces obſervations ont fait voir que la quantité d'eau qui tombe dans différens pays, n'eſt point la même. Le réſultat moyen a donné :

	po.	li.
A Paris	20	2.
A Londres	21	1 &
A Briſtol	21	4.
A Lancaſtre	42.	
A Padoue	33	5.
A Rome	28	6.
A Naples	35	0.
A Vicenze	42	3.
A Tolmezo, Frioul, Alpes.	82	8.
A Udine, Frioul . . .	71	1.
A Garfagnana	92	2.
A Bologne	24	0.
A Alger, ſuivant Shaw .	27	6.
A Berne	39	10.
A Utrecht	27	2.
A Franeker, en Friſe . .	28	6.
A la Grenade	105.	
A Tivoli (S. Domingue) .	100.	
A Léogane (S. Domingue) .	50.	
Au Cap (S. Domingue). .	132.	
A Sainte-Lucie	42.	
A Upſal	14.	5.
A Abo	24.	3.

On voit que la quantité moyenne de pluie qui tombe dans les différentes contrées, n'eſt point la même, & que les différences ſont énormes. A Garfagnana, par exemple, dans le

les Alpes du Frioul, il en tombe juſqu'à cent pouces, tandis que, dans quelques autres endroits de l'Italie, comme à Bologne, il n'en tombe que vingt-quatre pouces. Ceci vient de ce que les Alpes fixent les nuages, & déterminent ces pluies abondantes, qui, quelquefois, s'élèvent à vingt pouces en trois jours. La quantité moyenne des pluies, le long du golfe Adriatique, eſt de vingt-ſix pouces.

Cette même quantité, relativement à toute l'Italie, eſt de quarante-deux pouces.

La quantité moyenne d'eau qui tombe dans les hautes montagnes qui fourniſſent aux inondations des grands fleuves, doit être immenſe, comme ſur les montagnes de l'Abyſſinie, aux Gates, aux Cordilieres . . . & excède même celle que nous venons de voir tomber dans le Frioul. A Saint-Domingue, elle va juſqu'à cent trente à cent quarante pouces.

D'un autre côté, dans les plaines des pays chauds, il tombe très-peu d'eau. Il en eſt même où il n'en tombe preſque jamais, comme en Egypte, en Perſe . . . . mais il y a des roſées très-abondantes. Ces roſées humectent ſouvent les terreins. Il eſt très-fréquent de voir les rues du Caire entièrement mouillées par cette roſée.

ULLOA dit qu'il ne pleut jamais dans les

vallées du Pérou. Mais les vapeurs ſe réſolvent en bruine fort menue, comme une eſpèce de roſée, qu'on appelle *garua*. Cette roſée ne peut pénétrer l'étoffe la plus légère. Cependant elle ſuffit pour humecter la terre, en fertiliſer la ſurface, & même remplir de boue les rues de Lima. Cette roſée fournit donc une grande quantité d'eau, mais qu'on n'a pu encore calculer.

CASAN a eſſayé de faire l'eſtimation de la quantité de cette roſée qui tombe à Sainte-Lucie, aux Antilles. Il la porte à un cinquième de ligne par nuit ; ce qui feroit ſoixante-treize lignes par an, ou ſix pouces une ligne (1). Mais cette eſtimation paroît foible. La quantité de cette roſée eſt indépendante de la pluie qui tombe dans ces contrées, & qu'il eſtime à trente-ſix pouces.

Mais dans les pays du Nord, les pluies ſont beaucoup moins abondantes que dans les pays chauds. Nous voyons qu'à Abo il n'en tombe que vingt-quatre à vingt-cinq pouces, & à Upſal, quatorze à quinze pouces.

Il eſt vrai qu'il faut tenir compte des brouillards, ſi abondans dans ces pays ſeptentrionaux ; & on n'a pas encore eſſayé d'évaluer

(1) Journ. de Phyſique, Mai 1790, pag. 332.

la quantité d'eau qu'ils peuvent fournir, & qui doit être conſidérable.

Dans nos contrées, la quantité moyenne des eaux que fourniſſent les pluies, eſt de vingt-un pouces, comme à Paris, à Londres .... Mais les brouillards, les roſées en fourniſſent auſſi beaucoup. Hales a calculé que les roſées fourniſſoient environ 3,39 pouces (1). Le pied anglois eſt à-peu-près d'un douzième plus petit que le nôtre; ce qui réduit cette quantité à environ trois pouces de France. Cette eſtimation paroît aſſez juſte. Ainſi, la quantité moyenne d'eau qui tombe à Paris & à Londres chaque année, ſeroit de vingt-quatre pouces.

Nous n'avons pas les mêmes données pour les autres pays.

Quant aux pluies qui tombent ſur la ſurface des mers, nous n'avons aucune obſervation bien faite. Néanmoins cette quantité doit être moins conſidérable que celle qui tombe ſur les continens, dont les hautes montagnes condenſent les nuages. D'ailleurs il eſt certain que les vents tranſportent ſur les continens un grand nombre de nuages qui s'élèvent de deſſus les mers.

(1) Statique des végétaux, pag. 43.

D'après cet exposé des faits, on voit que nous n'avons pas assez de données pour estimer la quantité moyenne d'eau qui tombe sur toute la surface de la terre.

Cependant, en prenant un terme moyen, je crois qu'on ne s'écarteroit pas beaucoup de la vérité, en portant de vingt-quatre à vingt-six pouces la quantité moyenne des eaux que versent les pluies, les rosées, & les brouillards sur toute la surface du globe. Cette eau est fournie par l'évaporation.

DE LA QUANTITÉ D'EAU QUI S'ÉVAPORE CHAQUE ANNÉE DE DESSUS LA SURFACE DE LA TERRE.

§. CCLIX. Cette quantité doit varier, suivant les différens climats & les différens terreins. Mais il est très-difficile, pour ne pas dire impossible, d'avoir des résultats exacts.

On n'a encore point fait d'expériences pour déterminer la quantité d'évaporation qui a lieu sur les terreins. Toutes celles qu'on a tentées ont été faites sur les eaux, & elles sont bien éloignées de pouvoir donner des résultats exacts.

Les physiciens ont placé de l'eau dans des vases, & l'ont laissée ainsi toute l'année exposée à l'air, en prenant des précautions pour que

a pluie n'y tombe pas. Ils ont enſuite calculé la quantité qui s'étoit évaporée. Mais ils ſe ſont bientôt apperçus que cette quantité varioit, ſuivant la profondeur du vaſe, ſon ouverture . . . Moins le vaſe eſt profond, plus l'eau s'échauffe, & plus l'évaporation doit être conſidérable. Il en eſt de même, ſi ſon ouverture préſente une grande ſurface au contact de l'air.

Cotte (1) a pris deux vaſes de plomb faits avec la même lame. L'un A avoit moitié moins de hauteur que le ſecond B, & quatre fois moins de ſurface. Ces vaſes, mis en expérience, ont donné des réſultats qui ont fait voir que l'évaporation avoit été plus grande, proportionnellement dans le petit vaſe A, que dans le vaſe B. Car elle a été à-peu-près comme 10 dans le vaſe A, & comme 8 dans le vaſe B.

Ceci fait voir qu'on ne peut compter ſur les réſultats des expériences des phyſiciens qui ſe ſont occupés de cet objet, puiſque certainement ils ne ſe ſont pas ſervis de vaſes qui euſſent les mêmes capacités. Néanmoins, nous allons rapporter ces réſultats, tels qu'ils nous les ont donnés.

(1) Journal de Phyſique, 1781, tom. II, pag. 306.

Sédileau, en 1688, 1689, 1690, fit, à Paris, pluſieurs expériences ſur l'évaporation qui y avoit lieu dans toute l'année. Il trouva,

En 1688 . . . . 22 pouces 5 lig.
En 1689 . . . . 32 pouces 10 lig.
En 1690 . . . . 30 pouces 11 lig.

Toutes les expériences faites à Paris depuis ce phyſicien, ont donné à-peu-près le même réſultat. On compte pour évaporation moyenne à Paris 30 pouces 7 lignes.

On eſtime l'évaporation, à Londres, 48 pouces.

A Liverpold, 33 pouces.

Cruquius ne porte l'évaporation qu'à 21 pouces.

Mais l'évaporation, dans les pays chauds, doit être beaucoup plus conſidérable qu'elle n'eſt à Paris, & elle doit être moindre dans les pays froids. On ſent que, dans les climats brûlans de l'Afrique, de l'Arabie, de la Perſe, de l'Inde..... l'évaporation doit être immenſe, tandis qu'elle eſt très-foible dans les zones glaciales.

Nous manquons d'obſervations exactes à cet égard. Ainſi, nous ne pouvons calculer la quantité moyenne d'eau qui s'évapore chaque année de deſſus les mers, les lacs & les rivières.

Nous devons néanmoins tirer une conſéquence générale de l'obſervation de Cotte. Puiſque l'évaporation eſt d'autant plus conſidérable que le vaſe eſt plus petit, &, a moins de profondeur, il s'enſuit que, dans une petite mare peu profonde, elle doit être plus grande que dans un lac; &, dans un lac, plus conſidérable que dans les grandes mers : & qu'en général elle doit être moindre ſur toute la ſurface du globe que dans les petits vaiſſeaux dont ſe ſervent les phyſiciens pour calculer cette quantité.

Enfin, on n'a aucune donnée ſur l'évaporation qui a lieu ſur les continens.

Hales n'a porté la quantité moyenne de l'évaporation ſur toute la ſurface du globe qu'à neuf pouces (1). Je crois cette eſtimation trop foible.

D'autres phyſiciens ont ſuppoſé que cette évaporation moyenne eſt de ſoixante pouces. Je la crois également exagérée.

La quantité moyenne d'évaporation, à Paris, dans un vaſe d'eau, eſt ſuppoſée, comme nous venons de le voir, de trente pouces. Mais il eſt évident que cela ne peut avoir lieu ſur la

(1) Statique des végétaux, tom. I, pag. 44.

maſſe des eaux, puiſqu'elle n'eſt de cette quantité que dans des petits vaſes. Mais nous ignorons ce qu'elle eſt ſur les continens. Voici une manière approximative de la déterminer.

La quantité moyenne des pluies & des roſées ne va qu'à vingt-quatre à vingt-cinq pouces. Toute cette eau, ou ſe rend à la mer par les fleuves, ou eſt emportée par l'évaporation.

Je ſuppoſe (§. CCLX) que la quantité moyenne de l'eau qui s'évapore par an dans nos continens de la ſurface des eaux, des terres, & par la tranſpiration des plantes (1), eſt d'environ les trois quarts de celle que fourniſſent les pluies & les roſées, c'eſt-à-dire, dix-huit ou vingt pouces, & le reſte eſt charié par les fleuves.

Mais la quantité moyenne de l'eau qui s'évapore de deſſus les mers, eſt encore moins facile à eſtimer. Elle eſt vraiſemblablement plus conſidérable que celle qui s'évapore de deſſus les continens. Nous manquons de données pour en avoir une eſtimation, même approximative.

(1) On ſait qu'un ſoleil (*corona ſolis*, *helianthus*) peut, dans un jour d'été, perdre, par la tranſpiration, juſqu'à 32 onces d'eau.

DE LA QUANTITÉ D'EAU QUE LES FLEUVES VERSENT DANS LES MERS.

§. CCLX. Les phyſiciens ont fait beaucoup de recherches ſur cet objet. Mais leurs travaux n'ont pas encore toute la préciſion qu'on a droit d'en attendre.

« Mariotte a calculé l'eau de la Seine qui » paſſoit au Pont-Royal à Paris; ſon lit, » dans cet endroit, a quatre cents pieds de » largeur : ſa profondeur ordinaire eſt de cinq » pieds : ſa vîteſſe moyenne, par minute, eſt » de cent pieds. A la ſurface, elle eſt de » cent cinquante pieds. Mais elle n'eſt pas ſi » conſidérable au-deſſous de cette ſurface. » Elle eſt encore plus rallentie vers ſon » fond & vers ſes bords à cauſe des frot- » temens.

» Multipliant 400 par cinq de profondeur, » on a 2000 pieds cubes, qui, multipliés par » 100 de vîteſſe, donnent 200,000 pieds » cubes qui paſſent par minute au Pont-Royal : » & 12,000,000 par heure, & en vingt-quatre » heures 288,000,000, & en trois cent ſoixante- » cinq jours, ou un an, 105,120,000,000 » pieds cubes, qui, diviſés par 216 nombre » de pieds cubes que contient la toiſe cube, » donnent 486,666,666 toiſes cubes ».

Il calcule enſuite la quantité d'eau de pluie qui tombe ſur la ſurface du terrein dont les eaux ſe verſent dans la Seine juſqu'à Paris. Il ſuppoſe que ce terrein a 60 lieues de longueur & 50 de largeur. Ce qui feroit 3000 lieues quarrées.

Mais il eſt évident qu'il ſe trompe dans cette eſtimation. Quelques-uns des terreins dont les eaux ſe verſent dans la Seine, peuvent être diſtans de Paris de 60 lieues : mais ce n'eſt pas la majeure partie de ce terrein le plus éloigné ; & ſa largeur moyenne n'eſt pas de 50 lieues. Car, on ne compte que 27000 lieues quarrées en France : & ce terrein n'eſt pas certainement le neuvième de la France.

Je ſuppoſe que les eaux que la Seine verſe au Havre, ſont à peu-près le double de celles qui paſſent à Paris. La rivière d'Oiſe, celle de l'Arche & les autres réunies, ne ſont pas moins fortes que la Seine à Paris.

Je ſuppoſe auſſi que la ſurface de tout le baſſin de la Seine eſt à peu-près de 3000 lieues quarrées. Car ſa longueur moyenne eſt d'environ 85 lieues, & ſa largeur moyenne de 35 lieues. Ce ſeroit le neuvième de la France.

Je trouve le même réſultat par un autre calcul ; le baſſin de la Seine renferme à peu-près ce que, dans l'ancienne diviſion de la

France, on appeloit la Généralité de Rouen, contenant 587 lieues quarrées : la Généralité de Paris, contenant 1157 lieues quarrées; la Généralité de Châlons en Champagne, contenant 1226 lieues quarrées, & quelques portions de la Bourgogne, du Perche & de quelques autres cantons.

D'après cette eſtimation, la Seine, au Havre, verſeroit donc deux fois autant d'eau dans la mer qu'il en paſſe à Paris. Savoir : 973,333,332 toiſes cubes, ou environ un milliard de toiſes cubes.

Et en ſuppoſant que toutes les rivières de France en fourniſſent autant proportionnellement, elles porteroient environ 9 milliards de toiſes cubes d'eau à la mer chaque année.

La ſurface de la terre eſt de 25,772,900 lieues quarrées.

Celle de la France eſt de 27000 lieues quarrées. C'eſt la neuf cent cinquante-cinquième partie de toute la terre.

Mais la ſurface des mers eſt plus étendue que celle des continens.

Suppoſons donc que la ſurface des continens ne fût que de 12,000,000 lieues quarrées, cette ſurface ſeroit à celle de la France comme 444 eſt à 1.

Suppoſons encore que tous les fleuves des

continens verſent autant d'eau proportionnellement dans la mer, qu'en verſent ceux de France, nous aurons, pour la totalité des eaux que les fleuves portent à la mer, 444 fois 9 milliards de toiſes cubes, c'eſt-à-dire, 3996 milliards.

La lieue cubique de 2283 toiſes contient 11,717,550,189 toiſes cubiques.

Par conſéquent tous les fleuves du globe dans cette hypothèſe, ne porteroient à la mer que 341 lieues cubiques d'eau par an.

Mais nous avons ſuppoſé que l'étendue de la ſurface des mers eſt de 13,772,900 lieues quarrées. On peut ſuppoſer la profondeur moyenne des eaux de la mer de 250 toiſes, c'eſt-à-dire, d'un neuvième d'une lieue.

Par conſéquent la totalité des eaux des mers ſeroit de 1,530,320 lieues cubiques.

Tous les fleuves en verſant 341 lieues cubiques d'eau par an, il faudroit 4488 ans pour qu'ils en verſaſſent une quantité égale à celle des mers.

Keil a trouvé une quantité plus conſidérable en Lombardie (1); il prend le Pô pour exem-

(1) Keil, examination of burnet's theory. London, 1734, pag. 126.
Buffon, tom. II, pag. 71.

ple ; ſa largeur, à ſon embouchure, eſt de 100 perches, ou 1000 pieds, la perche étant de dix pieds : ſa profondeur eſt de dix pieds : ſa vîteſſe lui fait parcourir en une heure, quatre milles (le mille d'Italie eſt de 955 toiſes). Ainſi le Pô fournit à la mer 200,000 perches cubiques en une heure, & 4,800,000 en un jour. Un mille cubique contient 125,000,000 perches cubiques. Ainſi le Pô, en 26 jours, porte à la mer un mille cubique d'eau.

Les terreins qui verſent leurs eaux dans le Pô, ont, ſuivant Riccioli, 380 milles de longueur, & 120 milles de largeur. Ce qui fait 45600 milles quarrés.

La ſurface des continens eſt de 85,490,506 milles quarrés, qui, diviſés par 45,600, donnent 1874. Ainſi, le Pô ne verſe à la mer que le 1874e des eaux qu'y portent tous les fleuves de la terre.

Mais vingt-ſix rivières comme le Pô, fourniſſant en un jour un mille cubique d'eau à la mer, il s'enſuit que dans un an, 1874 rivières ſemblables lui fourniroient 26308 milles cubiques d'eau : & que, dans l'eſpace de 812 années, toutes ces rivières fourniroient 21,372,626 milles cubiques d'eau : c'eſt-à-dire, autant qu'il y en a dans l'Océan, en lui ſuppoſant une

profondeur moyenne d'un quart de mille ou 230 toiſes environ.

Keil a un réſultat un peu plus fort que moi. Mais le Pô doit contenir plus d'eau que la Seine proportionnellement à l'étendue de leurs baſſins, puiſque la quantité moyenne de pluie à Paris, eſt de 20 pouces 2 lignes; & qu'en Lombardie, cette quantité moyenne eſt de 42 pouces. Sa vîteſſe eſt beaucoup plus conſidérable que celle de la Seine qui ne parcourt que 1000 toiſes par heure; au lieu que le Pô en parcourt preſque le quadruple. Auſſi verſe-t-il trois à quatre fois plus d'eau proportionnellement que la Seine. Car ſa largeur eſt 1000 pieds; ſa profondeur 10 pieds; c'eſt-à-dire, qu'il eſt deux fois & demi plus grand que la Seine, & ſon cours quatre fois plus vîte. Ainſi il porte dix fois plus d'eau que la Seine, mais ſon baſſin eſt de 45600 milles quarrés, ou environ, 45000 millions de toiſes quarrées. Le baſſin de la Seine eſt de 3000 lieues quarrées, & chaque lieue contient plus de 5,000,000 de toiſes quarrées, ce qui fait 1500 millions de toiſes quarrées, c'eſt-à-dire, environ le tiers de celui du Pô.

Le Pô verſe donc trois fois & demi plus d'eau proportionnellement que la Seine.

Cependant il ne tombe que 42 pouces

d'eau de pluie dans ſon baſſin, & 20 pouces dans celui de la Seine. Ceci tient à une autre cauſe.

Toute l'eau qui tombe ſur la ſurface de la terre, ne ſe rend pas dans les fleuves. Une partie eſt repriſe par l'évaporation, par la végétation....

Le baſſin de la Seine eſt de 3000 lieues quarrées : il y tombe 20 pouces d'eau dans l'année : ce qui fait 60 pieds cubes d'eau ſur une toiſe quarrée.

La lieue quarrée contient plus de 5 millions de toiſes quarrées, ce qui fait 300 millions de pieds cubes d'eau pour une lieue quarrée, & 900,000 millions où 900 milliards pour 3000 lieues quarrées.

Mais la Seine ne verſe qu'un milliard de toiſes cubes d'eau par an, & ſon baſſin en reçoit quatre fois davantage. Car la toiſe cube ne contient que 216 pieds cubes, qui, multipliés par quatre, donnent 864 milliards.

Il reſte donc 684 milliards de pieds cubes d'eau de pluie, ou trois milliards & plus de toiſes cubiques des eaux que les pluies fourniſſent au baſſin de la Seine; tandis que cette rivière n'en emporte qu'un milliard dans les mers.

Il faut en conclure que l'évaporation em-

porte le reſte. Ainſi, ſur 24 pouces de pluie qui tombe dans le baſſin de la Seine, elle en porte 6 pouces à la mer & l'évaporation en enlève 18 pouces.

Cette quantité d'eau, que la Seine verſe dans la mer, toute conſidérable qu'elle eſt, n'eſt donc qu'environ le quart de celle qu'emportent l'évaporation & la végétation, en partant des calculs qu'on adopte ſur la quantité d'eau qui s'évapore dans le cours de l'année.

Mais on conçoit que plus la quantité de pluie eſt conſidérable, plus les rivières en doivent porter aux mers, proportion gardée. Ainſi, le Pô doit porter plus d'eau à la mer, proportionnellement que la Seine; parce que les eaux ont le tems de s'y rendre avant que l'évaporation ne les enlève.

Dans les pays froids où l'évaporation eſt moindre, les fleuves doivent porter plus d'eau à la mer proportionnellement que dans nos contrées.

Et au contraire, dans les pays chauds, elles en porteront beaucoup moins. Ainſi toutes les rivières qui coulent des plaines de l'Afrique dans l'Océan Atlantique, ſont peu conſidérables relativement à l'étendue de leurs baſſins, parce que l'évaporation eſt immenſe dans ces ſables brûlans.

En

En compenſant toutes ces données les unes par les autres, nous ſuppoſerons, par approximation, qu'il faut eſtimer la quantité d'eau que verſent dans les mers les fleuves du globe, par celle qu'y verſent les fleuves de France.

Ces difficultés nous font voir qu'ici comme par-tout ailleurs, nous ſommes encore bien éloignés de pouvoir appliquer la rigueur du calcul aux grands phénomènes de la nature.

L'évaporation ſur les continens n'étant que les trois quarts de l'eau que verſent les pluies & les roſées, il s'enſuit que l'autre quart doit être fourni par l'évaporation qui a lieu ſur les mers; & en effet, les nuages qui s'en élèvent ſont en partie portés par les vents ſur les continens, où ils vont ſe réſoudre en eau, particulièrement ſur les grandes montagnes, comme on peut le voir (§. CCCLV), & entretiennent les plus grands fleuves de la terre.

DU COURS DES FLEUVES ET DE LEURS EFFETS.

§. CCLXI. Une maſſe d'eau courante un peu conſidérable qui ſe rend à la mer, ou dans un grand lac, porte le nom de fleuve. Les autres eaux courantes ont le nom de rivières ou de ruiſſeaux, ſuivant leur volume.

L'origine de toutes les eaux courantes vient, ou des fontaines dont nous venons de parler, ou des grands glaciers.

Les plus grands fleuves que nous connoiſſons en Europe ont leurs ſources dans des glaciers. Le Danube, le Rhin, le Rhône, le Pô, ſortent des glaciers des Alpes, particulièrement des chaînes du mont Saint-Gothard.

La même choſe a lieu dans les autres chaînes. Les grands fleuves qui ſortent des monts Altaï, des Cordilières & de toutes les hautes montagnes, viennent des glaciers qui couvrent leurs pics les plus élevés.

On ſent facilement la raiſon pour laquelle les plus grands fleuves paroiſſent prendre leur origine dans les glaciers. Ces maſſes glacées ſont toujours au ſommet des plus hautes mon-

tagnes de chaque continent. Les eaux qui en ſortent, ſont donc les plus éloignées du point où ſe rend le fleuve. En parcourant les chaînes inférieures, elles reçoivent les eaux de toutes les chaînes collatérales. Elles ſont par conſéquent cenſées être le courant principal.

On a ſuppoſé que des fleuves peuvent ſortir immédiatement de certains lacs. Le Niger ſort du lac Bournou ; le Nil, du lac Gambea ; la rivière des Amazones, du lac Lauricocha... Mais, ſans doute, ces lacs ſont entretenus par des ruiſſeaux, des rivières, qui peuvent être regardés plutôt comme l'origine de ces fleuves. Ce ſera la plus conſidérable de ces petites rivières qui ſera vraiment leur origine. Comme on ne pourroit pas dire que le Rhône eſt fourni par la maſſe d'eau qui, à Genève, ſort du lac Leman ; ſon origine eſt le courant de Saint-Gothard, qui ſe rend dans la vallée de Sion.

Tous les grands fleuves reçoivent, dans leur courſe, une multitude de rivières collatérales, dont le verſement eſt déterminé par les pentes du terrein. C'eſt cette diſpoſition des terreins qu'on appelle *les baſſins des fleuves*. Il eſt facile de ſuivre l'étendue de ces baſſins ſur les cartes géographiques. Nous avons même

quelques cartes qui les marquent ſpécialement. On les retrouve dans la *planche III.*

Ces baſſins ſuivent les pentes des montagnes & des continens : & comme nous avons vu que la direction de ces chaînes de montagnes n'eſt pas plus déterminée vers un point de l'horizon que vers un autre, il en ſera de même de ces baſſins. On peut ſeulement dire en général qu'ils ſont un angle droit avec la chaîne principale des montagnes d'où ils ſortent. C'eſt ce qu'il eſt facile de prouver par l'inſpection des lieux.

En Afrique, la grande chaîne des montagnes s'étend de la Méditerranée au Cap de Bonne-Eſpérance, par les monts Leupata ; & tous les fleuves de cette partie du Monde ſortent à peu-près à angle droit de cette chaîne pour ſe verſer ſoit dans l'Océan Atlantique, ſoit dans l'Océan Indien : tels ſont le Niger, la Gambie, le Zaire....

En Amérique, la grande chaîne de montagnes s'étend également d'un pôle à l'autre, & la majeure partie des fleuves coule dans l'Océan Atlantique, en faiſant à peu-près un angle droit avec la chaîne des montagnes.

On retrouve encore à peu-près la même choſe en Aſie. Car la chaîne des montagnes court de l'orient à l'occident, & la majeure

partie des eaux de ce continent ſe verſe au midi & au nord.

L'Europe eſt plus coupée. Les chaînes de montagnes ne ſuivent point une direction auſſi régulière que dans les autres continens : & dès-lors, le cours des eaux doit être également irrégulier. Cependant la direction de la grande chaîne de ces montagnes eſt nord-oueſt depuis Archangel juſqu'en Portugal ; & ſes eaux ſe verſent en général à l'eſt & à l'oueſt.

Néanmoins la règle que nous établiſſons eſt modifiée par une autre cauſe plus générale. Nous avons vu que dans chaque continent, il y a un centre principal de toutes les montagnes de ce continent. C'eſt de ce ſommet central que partent tous les grands fleuves, comme des rayons divergens.

Les ſommets de l'Abyſſinie ſont ce point central en Afrique. C'eſt d'où partent le Nil, le Niger, le Zaire, le Hacuache...

Les montagnes de Quito ſont ce point central dans l'Amérique méridionale : c'eſt d'où ſortent l'Orénoque, l'Amazone, Rio-Grande, la Plata.

Des montagnes de l'oueſt au Canada, partent le Saint-Laurent, le Miſſiſſipi.

De l'Altaï, partent l'Indus, le Gange,

le Honan, le Kiang, l'Amour, la Lena, le Yeniſei, l'Ob.

Des Alpes de Saint-Gothard, partent le Danube, le Rhin, le Rhône, le Pô...

Les eaux qui partent de tous ces centres en divergeant, changent un peu leur cours, & vont enſuite ſe rendre dans les grandes vallées dont les directions deviennent à peu-près perpendiculaires aux grandes chaînes.

Les eaux courantes rongent & dégradent ſans ceſſe leurs lits & leurs rives, dans les lieux où elles ont beaucoup de pente. Elles ſe creuſent des lits profonds dans les montagnes rapides, dont la pierre n'eſt pas d'une grande dureté.

Les Alpes préſentent ces phénomènes à chaque inſtant. Les torrens s'y ſont ſouvent creuſé des lits profonds. Il y a ſur-tout une petite rivière qui vient ſe jetter dans le Rhône, au-deſſous du fort de l'Ecluſe, dont le lit a peut-être cent pieds de profondeur, & n'a que quelques pieds de largeur.

Le Rhône a également creuſé ſon lit, principalement en ſortant du lac de Genève. Il ſe perd même pendant un eſpace de pluſieurs centaines de toiſes au pont de Lucey, où il s'engloutit ſous des bancs de pierre calcaire. Mais ce lit ſouterrein n'a qu'une certaine

étendue, & il ne peut contenir les eaux du fleuve lorſqu'elles ſont enflées.

La même choſe a lieu pour toutes les rivières & tous les fleuves, dont la pente eſt très-rapide. Elles creuſent leurs lits, dégradent leurs bords & charient tout ce qu'elles en ont détaché. Ces pierres, entraînées avec rapidité, s'uſent, s'arrondiſſent & forment les galets & les ſables dont nous avons parlé.

Ces galets, ces ſables, ſont entraînés dans les plaines & les mers, où ils forment les atériſſemens. Les lits des fleuves en ſeront par conſéquent exhauſſés dans les plaines, tandis qu'ils ſe creuſeront dans les montagnes.

Ces atériſſemens feront ſouvent changer de place au cours des eaux, des rivières, ou des fleuves dans la plaine. Une dune, ou butte de ſable, que ces eaux auront dépoſée dans un débordement, les fera jetter d'un autre côté. Elles iront frapper avec force contre leurs nouveaux rivages, les dégraderont, ce qui changera le lit du fleuve.

Ce ſont des phénomènes que préſentent tous les jours les rivières qui coulent dans les plaines.

Il arrive même quelquefois, qu'il ſe forme des îles au milieu du cours de la rivière ou du fleuve, lequel, pour lors, ſe diviſe en

pluſieurs branches. Cela eſt ſur-tout fréquent dans les grands fleuves à leurs embouchures dans les mers ou les lacs. Il n'en eſt peut-être point qui ne ſe diviſe pour lors, en pluſieurs branches. Il ſuffit de jetter les yeux ſur la carte, pour voir la multitude des rameaux par leſquels arrivent à la mer le fleuve des Amazones, l'Orénoque, la Plata, le Miſſiſſipi, le Saint-Laurent, le Nil, le Gange, le Honan, l'Amour, l'Ob, la Lena, le Yeniſei, le Volga, le Danube, le Rhin....

Souvent les fleuves viennent frapper contre les baſes des montagnes qui les bordent; ils les rongent & y forment des falaiſes, ou au moins les augmentent.

Toutes les eaux courantes, tous les fleuves ſe rendent, comme nous l'avons vu, dans les lacs ou dans la mer.

Il en eſt cependant quelques-unes qui ſe perdent dans les terres, comme le Loiret, l'Ivette....

D'autres diſparoiſſent pendant un certain eſpace, & reparoiſſent enſuite; tel eſt le Rhône au pont de Lucey: la Meuſe au-deſſus de Neufchâteau, ſe perd l'eſpace d'une lieue & demie, & reparoît auſſi forte qu'auparavant. La rivière de Vichery, auprès de Neufchâteau, ſe perd l'eſpace de trois lieues; les rivières

de Fauche, de Veſaigny, d'Ecot, de Clinchamp, & trois autres ruiſſeaux, tous aux environs de Neufchâteau, diſparoiſſent également; du côté d'Alençon, pluſieurs diſparoiſſent de même; ſavoir, la Rille, l'Iton, l'Aure, la rivière de Sapandré: & du côté de la Rochefouchaud, en Angoumois, on voit auſſi diſparoître pluſieurs rivières...

Toutes ces rivières coulent dans des grottes ſouterreines (§. CCXLVII).

DES LACS.

§. CCLXII. Par lacs, on entend un amas d'eau aſſez conſidérable. S'il a une très-grande étendue, il prend quelquefois le nom de *mer*: telle eſt la mer Caſpienne. Si au contraire il eſt très-borné, on lui donne le nom d'*étang*, de *mare*.

DES LACS FORMÉS PAR LA RETRAITE DES MERS.

§. CCLXIII. L'origine première des lacs doit être attribuée à la retraite primitive des eaux des mers; car s'il s'eſt trouvé une ou des vallées renfermées de toutes parts dans

des montagnes, les eaux n'auront pu s'écouler, & elles auront formé un lac.

DES LACS FORMÉS PAR DES CHAUSSÉES ACCIDENTELLES.

§. CCLXIV. Il pourroit encore ſe former des lacs accidentellement. Si on ſuppoſe une plaine qui ſe termine par une gorge très-étroite, par où s'écoulent les eaux, & que cette gorge s'encombre d'une manière quelconque, par des attériſſemens, la chute d'une montagne .... les eaux ne pouvant plus ſe frayer de paſſage, s'accumuleront & changeront la plaine en un lac. Mais ce cas ne peut être que très-rare.

DES LACS FORMÉS PAR DES AFFAISSEMENS.

Les obſervateurs nous parlent encore de lacs produits par l'affaiſſement de quelques terreins. Les eaux affluent dans cet eſpace, & y forment des lacs, à moins qu'elles ne s'écoulent par des fentes qui ont dû ſe faire, le plus ſouvent, dans le terrein ainſi affaiſſé.

Le lac Lucrin a été formé ainſi par l'affaiſſement d'une montagne, arrivé à la ſuite d'un tremblement de terre. Nous en verrons pluſieurs exemples.

Il n'eſt pas de commotion ſouterreine un peu conſidérable qui ne produiſe pluſieurs lacs. Il y en a eu peut-être plus de cent formés de cette manière en Calabre, lors du tremblement de terre qui y arriva en 1783.

DES LACS FORMÉS PAR DES RETRAITES DES TERREINS.

Enfin, il peut y avoir des lacs produits par une retraite conſidérable de quelques terreins. Cette retraite ſera, le plus ſouvent, la ſuite du refroidiſſement de la ſurface de la terre (§. LXVI).

On diſtingue deux eſpèces de lacs; les uns ont un canal d'écoulement, & les autres n'en ont point.

DES LACS QUI N'ONT POINT DE CANAUX D'ÉCOULEMENT.

§. CCLXV. Il y a un grand nombre de ces lacs, dont les plus conſidérables ſont la mer Caſpienne, le lac Aral, le lac Maravi en Afrique, le lac Mouſſa, qu'on appelle auſſi *Mer-mouſſa*, le lac Tozzer...

Il faut ſuppoſer que ces lacs ne reçoivent que la quantité d'eau néceſſaire pour leur entretien, & pour remplir le vide que cauſe

l'évaporation ; car s'ils en recevoit plus, le lac s'étendroit ; s'il en recevoit moins, il diminueroit.

On a fait un calcul approximatif, à cet égard, relativement à la mer Morte, ou lac de Généſareth. On ſuppoſe que le Jourdain & les autres rivières qui s'y rendent, peuvent lui fournir à-peu-près autant d'eau que l'évaporation lui en enlève.

On doit faire la même ſuppoſition relativement à la mer Caſpienne, au lac Aral & à pluſieurs autres lacs, auxquels on ne connoît point de canal d'écoulement.

Il faut néanmoins faire une obſervation eſſentielle à cet égard. Il ſe peut que des lacs, dont on ne connoît point de verſemens d'eaux, aient cependant des canaux ſouterreins, par leſquels ils ſe dégorgent. Si on ſuppoſe un lac qui ſe trouve à une certaine hauteur dans des montagnes, dont quelques-unes correſpondant à des vallées inférieures, aient peu d'épaiſſeur, & ſoient d'une nature perméable à l'eau, ſes eaux pourront s'écouler par des conduits ſouterreins, & aller fournir à des ruiſſeaux inférieurs. On en pourroit apporter pluſieurs exemples.

Au-deſſus du lac de Nantua, il s'en trouve un ſupérieur, qui n'eſt ſéparé de la vallée de

Nantua que par une chauſſée naturelle, peu épaiſſe & très-poreuſe. Ce lac ſupérieur n'a point de canal de dégorgement. Mais on ſuppoſe, avec beaucoup de probabilité, que ſes eaux ſe rendent dans le lac de Nantua par des canaux ſouterreins, & entretiennent celui-ci, d'où il ſort un ruiſſeau aſſez conſidérable.

On a ſuppoſé que la mer Caſpienne envoyoit également ſes eaux par un canal ſouterrein dans le golfe Perſique. Struys a même dit avoir vu, auprès de Kilan, deux gouffres où il ſuppoſoit que l'eau s'engloutiſſoit, pour ſe rendre dans cette dernière mer. Mais Blumeſtorf, ayant examiné avec plus de ſoin ce local, a reconnu que Struys s'étoit trompé. Néanmoins, il eſt très-poſſible que les eaux de cette mer s'échappent par quelques conduits ſouterreins, tels que ceux par leſquels coulent les eaux des rivières que nous avons vu diſparoître pendant un eſpace aſſez long : la Meuſe, par exemple, qui, auprès de Neufchâteau, diſparoît pendant l'eſpace d'une lieue & demie, ou d'autres rivieres qui ſe perdent ſous terre, & ne reparoiſſent plus, tel que le Loiret.

Il paroît certain qu'autrefois la mer Caſpienne a communiqué avec la mer Noire. Aujourd'hui elle paroît plus baſſe, & elle a diminué con-

ſidérablement. Cette diminution ſuppoſe, ou que l'évaporation emporte plus d'eau de deſſus cette mer, que ne lui en rendent les pluies & les fleuves :

Ou que ſes eaux ſe perdent réellement dans des gouffres ſouterreins, pour ſe rendre dans d'autres mers, ou dans l'intérieur du globe.

Ces lacs, qui n'ont point de canaux d'écoulement, ont ordinairement leurs eaux ſalées; tels ſont le lac Aral, la mer Caſpienne, la mer Noire, la mer Morte, le lac Baraba, le lac Tozzer... (§. XCIX).

On concevra facilement la cauſe de ce phénomène, d'après ce que nous avons dit ſur la cauſe de la ſalure des eaux des mers. Les rivières & les fleuves, leſſivent les terreins qu'ils traverſent, & tous les ſels qui s'y trouvent ſont emportés dans ces lacs; leurs eaux par conſéquent ſeront ſalées, comme le ſont celles des mers.

DES LACS QUI ONT DES CANAUX D'ÉCOULEMENT.

§. CCLXVI. Mais la plus grande partie des lacs a des canaux d'écoulement. Ils donnent naiſſance à des fleuves qui en ſortent. Nous avons vu que le Nil, le Niger, l'Amazone,

le Gange, la Léna ..... ſortent des grands lacs.

Ces eaux courantes creuſeront ſans ceſſe le canal de dégorgement. Il en ſortira par conſéquent une plus grande quantité d'eau. Mais il n'en arrivera pas davantage dans le lac. Il diminuera donc d'étendue.

La plupart des lacs qui ſont traverſés par des eaux courantes, diminuent journellement par cette cauſe. Celui de Genève, par exemple, s'eſt beaucoup retiré ; car toute la ville baſſe étoit autrefois baignée par ſes eaux.

La même choſe doit avoir lieu dans tous les lacs ſemblables.

Une autre cauſe diminuera encore l'étendue des lacs, ce ſeront les attériſſemens. Les fleuves, qui y apportent leurs eaux, charient beaucoup de ſables, de galets (§. CCXXVII). Ils combleront ces baſſins, comme ils comblent celui des mers.

Ces différentes cauſes ont donc diminué l'étendue de la plupart des lacs exiſtans, & même en auront fait diſparoître pluſieurs.

§. CCLXVII. Il paroît en effet, par les anciennes traditions, que les lacs étoient beaucoup plus nombreux autrefois qu'ils ne ſont actuellement.

Hérodote dit (*liv.* 7) que la Theſſalie

n'étoit primitivement qu'un grand lac. « On » dit que la Theſſalie n'étoit autrefois qu'un » grand lac, comme étant environnée de tout » côté par les hautes montagnes; car du côté » de l'orient, elle eſt enfermée de Hélion & » de Oſſa, qui ſe joignent par le pied; du » côté du nord, de l'Olympe; du côté de » l'occident, du Pinde; & du côté du midi, » par le mont Othris.... Le pays eſt arroſé » par cinq fleuves, Pénée, Apidone, Ono- » chone, Enipée, & Pamiſe, qui vont ſe » jeter à la mer par un canal fort étroit, où » coule le premier. Anciennement ils fai- » ſoient une mer de la Theſſalie entière.... » Je m'imagine que cette ſéparation des mon- » tagnes n'a pu être faite que par un tremble- » ment de terre ».

Les traditions portent à croire que le Pont-Euxin formoit un grand lac, enfermé dans des montagnes, & qu'un tremblement de terre lui ouvrit un paſſage dans la mer Egée.

La Béotie paroît auſſi avoir été autrefois un grand lac, qui s'écoula du tems d'Inachus.

Les annales Chinoiſes rapportent que, du tems de Yao, il y eut un grand lac dans les montagnes de la Tartarie orientale, qui s'écoula, & produiſit une grande inondation.

Les

Les annales de tous les anciens peuples nous parlent de pareils évènemens.

On ne peut donc douter qu'autrefois il n'y ait eu beaucoup plus de lacs qu'aujourd'hui.

Les hommes eux-mêmes ont favorisé l'écoulement des lacs. Nous les voyons par-tout occupés à dessécher les marais, creuser des canaux d'écoulement aux eaux stagnantes.... Ainsi, ce sera une nouvelle cause à ajouter aux autres, qui ont produit la diminution des lacs.

Le voyageur, qui observe avec attention la surface de la terre, reconnoît, en nombre d'endroits, les vestiges d'anciens lacs ainsi desséchés. Sulzer a donné des détails intéressans sur cet objet (*Mémoires de Berlin*, 1762). Il voyageoit dans les montagnes de l'Hircinie; & il vit que depuis le sommet du Brocken, montagne assez élevée, jusqu'au bas de la vallée auprès du village d'Ilsebourg, il y avoit plusieurs bassins en amphithéâtre qui se communiquoient par des gorges très-étroites. Il supposa que chacun de ces bassins avoit été primitivement un lac; que tous ces lacs, qui étoient les uns au-dessus des autres, s'étoient écoulés, & qu'il n'en restoit plus que les vestiges & le petit ruisseau qui y coule.

On rencontre par-tout de pareils bassins

plus ou moins étendus, & formés par des montagnes très-rapprochées, entre leſquelles coulent aujourd'hui de petits ruiſſeaux, ou des rivières plus conſidérables.

La Dombe, & une partie de la Breſſe, forment un baſſin qu'on peut ſuppoſer avoir été autrefois fermé par les rochers de Pierre-Sciſe à Lyon.

La plaine de Mont-Briſon, dont le ſol eſt, en partie calcaire, quoiqu'enveloppé preſque de tout côté par les terreins primitifs, a été un pareil baſſin, dont la chauſſée devoit être auprès de Balbigny, au-deſſus de Rouane. La Loire l'a creuſé, & a fait diſparoître le lac.

Lamanon ſuppoſoit que le baſſin de Paris avoit été un lac, dont la chauſſée étoit à Meulan: & pluſieurs faits appuient cette ſuppoſition.

Le lac de Genève s'étendoit peut-être, dans des tems reculés, juſqu'au fort l'Ecluſe, & couvroit par conſéquent le Valais, une partie de la Savoie, de la Suiſſe...

Il paroît qu'à des époques éloignées, la mer Caſpienne communiquoit avec la mer Aral & avec le Pont-Euxin.

Il ſeroit intéreſſant, pour la Géologie de reconnoître tous les baſſins qui ont été autrefois des lacs, & qui ſont aujourd'hui deſſé-

chés :.. On diſtingueroit, par ce moyen, les phénomènes qui ſe ſont opérés dans des lacs, de ceux qui ont eu lieu dans les grandes mers. Car il n'eſt pas douteux qu'un grand nombre de phénomènes géologiques ont été produits dans des lacs particuliers, & qu'il ne s'en produiſe encore tous les jours, comme nous en avons déjà pluſieurs preuves : & nous en verrons encore d'autres.

§. CCLXVIII. Dans ce moment, les lacs ſont beaucoup plus nombreux au nord que dans aucune contrée du globe. Il paroît même qu'il y en a peu dans la zone torride : & on en peut trouver facilement la raiſon.

Les montagnes de la zone torride ſont, en général, très-rapides. Les courans y ont par conſéquent beaucoup de force.

Les pluies n'y ont ordinairement qu'une ſaiſon ; mais elles y ſont prodigieuſes, & cauſent, comme nous l'avons vu, des inondations immenſes, qui durent quelquefois pluſieurs mois.

Ces pluies abondantes produiront deux effets.

Le premier ſera de couper les chauſſées des lacs qui y pouvoient exiſter, ou d'en creuſer de plus en plus le canal d'écoulement.

Le ſecond ſera de charier beaucoup de terres qui combleront ces lacs.

Ces deux cauſes réunies détruiront les lacs des montagnes de ces contrées ; cependant il y en a quelques-uns d'aſſez conſidérables, tels que le lac Bournou, que traverſe le Niger ; le lac Gambéa, traverſé par le Nil, & qu'on regarde communément comme en étant l'origine ; le Lauricocha, d'où ſort l'Amazone ; le Maravi...

Dans les terreins plus bas, la chaleur y eſt ſi conſidérable, que l'évaporation emporte une partie des eaux. Auſſi voyons-nous tous les petits lacs de la côte d'Afrique être preſque réduits à ſec pendant l'été ; tandis que les pluies abondantes de la ſaiſon humide les comblent chaque année par les attériſſemens qu'elles y charient, & en creuſent les canaux d'écoulement.

Dans le Nord, au contraire, il n'y a pas de chutes d'eau ſi abondantes ; mais les pluies y ſont continuelles. Les fleuves y charient moins d'attériſſemens, & ils ont toujours un volume d'eau ſuffiſant pour entretenir les lacs pendant l'été. Auſſi voyons-nous toutes ces contrées remplies de lacs.

L'Aſie ſeptentrionale compte pluſieurs lacs, dont quelques-uns ſont ſi conſidérables, qu'ils

ortent le nom de *mers* : tels que la mer aſpienne, qui a trois cents lieues de longueur ur cinquante de largeur ; le lac Aral, dont ı longueur eſt de cent lieues, & la largeur e cinquante ; le lac Baïkal, qui a cent vingt eues de longueur ; le lac Baraba ; le lac .iata.

Le nord de l'Europe contient auſſi de grands ıcs, entre leſquels on diſtingue le Lagoda, Onéga...

L'Amérique ſeptentrionale eſt peut-être la ortion du globe où il y ait le plus de lacs : ils ſont le lac Supérieur, qui a cent vingt eues de longueur & cinquante de largeur ; e lac Huron, qui a cent lieues de longueur c quarante de largeur ; le lac des Illinois ; e lac Erié ; le lac Ontario ; le lac Miſtaſin ; e lac Champlin ; le lac Alémipigon ; le lac les Criſtinaux ; le lac des Aſſiniboïls....

Cette grande quantité de lacs, exiſtans au ıord, doit être attribuée à ce que leurs chauſ- ées naturelles n'ont pas été coupées, comme lans les contrées qui ſont entre les tropi- ques.

On pourroit néanmoins dire qu'en ſuppoſant ue les eaux des mers ſe portent des pôles à équateur, cette abondance de lacs, dans ces ontrées, vient de ce qu'il y auroit moins de

tems que ces terreins ſeroient découverts. Mais nous verrons que cette ſuppoſition n'eſt point prouvée.

La profondeur des lacs varie comme celle des mers. Des lacs peu étendus doivent avoir une profondeur bornée. Mais des lacs, tels que la mer Caſpienne, le lac Aral . . . ont peut-être une profondeur égale à celle des hautes mers. Celle du lac de Genève, dans les endroits les plus bas, eſt eſtimée de neuf cent cinquante pieds . . .

§. CCLXIX. La ſurface des lacs a trop peu d'étendue pour éprouver des marées produites par l'action du ſoleil & de la lune. Cependant il en eſt dont les eaux s'élèvent & s'abaiſſent dans quelques circonſtances, indépendantes de la plus ou moins grande quantité d'eau qu'y apportent les rivières qui s'y jettent.

La mer Caſpienne a un grand nombre de courans, qui en élèvent & abaiſſent les eaux, & les eaux de tous les grands lacs ſont agitées par des courans ſemblables.

Des lacs, qui n'ont qu'une étendue bornée, ont auſſi des courans.

Les eaux du lac de Genève s'élèvent quelquefois de quatre à cinq pieds. On a aſſigné différentes cauſes de ce phénomène. Fatio

ſuppoſoit que des vents de ſud, refoulant les eaux du lac depuis Genève juſqu'à ſon extrémité, en empêchoient l'écoulement. Jallabert diſoit que la rivière d'Arve, enflée par les fontes des neiges, arrêtoit le cours du Rhône, & par conſéquent retardoit ſon verſement des eaux du lac. Bertrand ſuppoſe que des nuées électriques peuvent attirer & ſoulever les eaux du lac, en certains inſtans. Cette cauſe ceſſant d'agir, les eaux retombent, & produiſent des ondulations dans le lac.

Des courans particuliers, dans l'intérieur du lac, pourroient encore contribuer à ces phénomènes.

En général, ce ſeront des cauſes locales qui produiront tous ces mouvemens particuliers des eaux des lacs, tels que des eaux courantes, des rivières qui s'y jettent ou les traverſent, des vents...

DES MERS.

§. CCLXX. Puiſque tout le globe a été couvert par les eaux, comme nous en avons tant de preuves, ces eaux primitives ont été la première origine des mers. Elles ont diminué ſucceſſivement juſqu'au point où nous les

voyons. Peut-être diminueront-elles encore davantage.

Dans leurs retraites, elles ont formé çà & là des lacs, comme nous l'avons vu. Plusieurs de ces lacs se sont écoulés, & leurs eaux ont été se réunir à celles des grandes mers, dont elles ont augmenté la masse.

Les eaux des mers, dans ces tems primitifs, étoient bien différentes de ce qu'elles sont aujourd'hui. Elles ne contenoient aucun être vivant, ni végétaux, ni animaux.

Il n'y avoit également point de sel marin, qui, comme nous l'avons vu, paroît un produit nouveau.

Mais elles renfermoient & tenoient en dissolution les différentes substances dont sont composés les terreins primitifs, & dont nous avons parlé ailleurs (§. LXXX).

Après la grande cristallisation du globe, les eaux restantes, que nous avons appelées les *eaux-mères*, contenoient encore un grand nombre de ces substances en dissolution (§. CCII).

Ces cristallisations secondaires achevées, les eaux des mers furent moins surchargées de parties étrangères, & elles devinrent plus pures; en même tems, elles diminuèrent

La diminution des eaux augmentant, com-

mencèrent à paroître les ſommets des continens, & les baſſins des mers actuelles ſe deſſinèrent. Elles occupèrent les grandes vallées.

Des agens poſtérieurs, tels que des affaiſſemens conſidérables, cauſés, le plus ſouvent, par des tremblemens de terre, auront pu former quelques nouveaux baſſins, ou au moins changer la forme des premières en quelques endroits.

Le refroidiſſement du globe aura produit à ſa ſurface des retraites, des fentes plus ou moins conſidérables. Ces fentes, ces retraites ſe changeront quelquefois en grandes excavations. Les eaux rempliront auſſi-tôt les unes & les autres, & ces excavations deviendront de nouveaux baſſins des mers.

Peut-être pluſieurs mers Méditerranées ſont-elles dues à cette cauſe.

§. CCLXXI. Les eaux des mers changèrent alors de nature. Primitivement, elles tenoient en diſſolution toutes les ſubſtances qui ont formé les terreins primitifs & les kneis.

Après la découverte des continens & l'organiſation des êtres vivans, il ſe fit, à la ſurface de la terre, une production abondante de différens ſels; ſavoir, de ſels marins & de ſels

vitrioliques, ainſi que des ſels nitreux. Ces ſels furent diſſous par les eaux, & charriés dans les mers. Les ſels nitreux ſe décomposèrent; mais les ſels marins & les ſels vitrioliques reſtèrent entiers, & les eaux des mers s'en trouvèrent plus ou moins chargées, à raiſon de la température des climats.

On n'a pas encore d'expériences exactes ſur la quantité des ſels que contiennent les différentes mers. Voici un apperçu général que donne Ingen-Houſz.

« Dans la mer Baltique, une livre d'eau » contient environ deux drachmes de ſel, ou » un quart d'once; celle qui ſe trouve dans » la mer entre la Grande-Bretagne & les Pro» vinces-Unies, en contient environ une demi» once; celle de la mer d'Eſpagne en con» tient une once; celle des mers entre les tro» piques, une once & demie à deux onces ». *Expér. ſur les végétaux, p.* 284.

Nous ne répéterons pas ce que nous avons dit ailleurs (§. CCLX) ſur l'étendue des mers, dont nous avons ſuppoſé la ſurface un peu plus étendue que celle des continens, ou de 13,772,900 lieues carrées.

La profondeur moyenne des mers eſt eſtimée de deux cents à deux cent cinquante toiſes, d'après les différentes obſervations qu'on

a faites avec la ſonde. Buache a fait un relevé de la profondeur de la Manche. Vis-à-vis Calais, elle eſt de vingt braſſes, ou cent cinq pieds. Elle augmente à meſure qu'on s'avance du côté de l'équateur. Vis-à-vis la principauté de Galles & les côtes de France, elle eſt d'environ cent braſſes.

Dans les hautes mers, la profondeur eſt beaucoup plus conſidérable; & ſouvent la ſonde ne peut parvenir juſqu'au fond, ſoit qu'il ſe trouve à une diſtance conſidérable, ſoit que la ſonde ſoit emportée par des courans.

On a pris un moyen terme: & par une approximation générale, on a eſtimé la profondeur moyenne de la mer à deux cent ou deux cent cinquante toiſes. En la ſuppoſant de deux cent cinquante toiſes, la maſſe des eaux qu'elle contiendroit ſeroit de 1,530,320 lieues.

D'où il s'enſuivroit encore que, ſi on ſuppoſoit la ſurface de la terre abſolument plane, & que les mers la couvriſſent en entier, l'eau ne s'y éleveroit qu'à environ cent vingt toiſes, ou à ſept cents pieds.

vent, dans les tems de marées, juſqu'à quarante & cinquante pieds.

Dans les grandes mers, ſous l'équateur, les marées ſont beaucoup moins conſidérables. Elles ne ſont, dans la mer des Indes, que de trois pieds ſuivant le Gentil, de deux pieds & demi au Sénégal ſuivant Adanſon, d'un pied à l'île de Taïti ...

DU MOUVEMENT DES EAUX DE L'ORIENT A L'OCCIDENT.

§. CCLXXIII. Les eaux des mers ont un ſecond mouvement qui n'eſt pas moins régulier que celui des marées. Il correſpond à un ſemblable mouvement, qui exiſte dans l'atmoſphère : je veux dire le grand vent aliſé, le vent d'*eſt*, qui règne conſtamment entre les tropiques, & qui court de l'orient à l'occident (§. LXXII).

Les navigateurs, pour aller d'Europe en Amérique, ſont obligés de deſcendre à la latitude des Canaries, pour prendre ce courant, qui les porte avec rapidité à l'occident.

On obſerve le même courant dans la mer du Sud. Pour aller aux Philippines, en partant d'Acapulco, on ne s'écarte point de

l'eſpace qui eſt compris entre les deux tropiques.

On pourroit croire que ceci eſt l'effet du grand vent aliſé d'eſt. Mais les marins diſtinguent très-bien l'action du courant de l'atmoſphère, de celle du courant des eaux de l'Océan.

DU MOUVEMENT DES EAUX DES POLES VERS L'ÉQUATEUR.

§. CCLXXIV. Il exiſte un troiſième mouvement des eaux des mers, qui les porte des pôles vers l'équateur. Il correſpond à un ſemblable mouvement dans l'atmoſphère, qui, comme nous l'avons vu, court preſque toujours des pôles vers l'équateur (§. LXXV).

Ce mouvement eſt reconnu de tous les navigateurs, qui, pour aller en Amérique, ſont obligés de ranger le long des côtes de France, de l'Eſpagne, & gagnent les Canaries, pour aller ſe mettre dans le courant, qui porte de l'orient à l'occident. On pourroit croire d'abord qu'ils cherchent plutôt les vents de nord & nord-oueſt, que le courant des eaux. Mais ils diſent que l'action du courant eſt bien différente de celle du vent de nord. On s'en aſſure, parce qu'on fait toujours plus de che-

min qu'on ne devroit en faire par l'action du vent.

On retrouve, dit Bernier, un même courant dans les mers de l'hémisphère austral, qui porte également de ce pôle vers l'équateur.

Waitz, qui a parlé de ce troisième mouvement des eaux, en apporte pour preuve, le mouvement des glaces, qui se porte constamment des deux pôles vers l'équateur.

§. CCLXXV. Voilà donc trois grands mouvemens qu'éprouvent les eaux de l'Océan. Ils correspondent à de semblables que nous avons vu exister dans l'atmosphère. Mais il faut en rechercher la cause.

Celle des marées est bien connue. Son action est déterminée rigoureusement. Nous n'en pouvons pas dire autant de celle des deux autres.

Cependant il paroît que le second mouvement des eaux, leur transport d'orient en occident, dépend de trois causes principales.

1°. La rotation du globe. Car, tournant sans cesse d'occident en orient, d'un mouvement très-rapide, il imprime la même rotation à tout ce qui est à sa surface. Mais les eaux n'ayant pas la même masse, ni la même densité que sa partie solide, ne doivent point se

» mouvoir auſſi vîte, & demeureront en ar-ière. Elles ſembleront par conſéquent ſe mou-oir d'orient en occident, comme cela a eu, relativement à l'atmoſphère.

2°. Le ſoleil & la lune avançant chaque jour l'occident relativement à un point fixe, pris ur la terre, doivent entraîner de ce côté la naſſe des eaux. C'eſt pourquoi chaque jour e juſan, ou haute mer, arrive plus tard, 'eſt-à-dire, qu'il ſe trouve à la même heure lus à l'occident : ce qui doit imprimer aux aux de la mer le mouvement d'orient en oc-ident.

3°. Le vent aliſé d'eſt influera encore ſur e courant des eaux de l'Océan, en leur com-nuniquant la même direction qu'il a lui-nême.

L'action de ces trois cauſes réunies impri-mera aux eaux des mers un mouvement aſſez apide d'orient en occident.

Le troiſième mouvement qui porte ces eaux des pôles vers l'équateur, ſera une ſuite de celui qui les porte d'orient en occident. Car la poſition phyſique des continens de l'A-frique & de l'Amérique, ainſi que celle de l'ar-chipel des Indes & de la nouvelle Hollande, doivent changer la direction de ce ſecond mouvement, qui, dès-lors, doit refluer ſur les

côtes, du côté des pôles, &, par une eſpèce de tournoiement ou de remou, doit revenir ſur lui-même.

Les eaux de la mer Atlantique, par exemple, pouſſées par leur mouvement d'eſt des côtes d'Afrique vers l'Amérique, y ſont arrêtées. Une partie ſe précipite dans le golfe du Mexique, delà remonte vers les Bermudes.

L'autre partie gagne le long des côtes du Bréſil, & s'étend vers le cap Horn.

Mais ce tranſport des eaux des côtes de l'Afrique, a fait un vide : les eaux doivent donc affluer des deux pôles pour remplir ce vide; ce qui détermine un écoulement des eaux des pôles vers l'équateur, le long des côtes d'Afrique. Il ſe fera un vide dans cette partie des mers Polaires, tandis qu'il y aura une ſurabondance d'eau ſur les côtes du Bréſil & ſur celles de Terre-Neuve. Les eaux s'écouleront donc de ces dernières régions, les unes vers le cap de Bonne-Eſpérance, & les autres vers les Açores, & au-deſſus, pour revenir ſur les côtes d'Europe.

Les eaux de la mer Atlantique, par conſéquent, décriront deux eſpèces de courbes; l'une qui les portera des côtes d'Afrique ſur les côtes d'Amérique, les fera remonter le long du Mexique aux Bermudes, & les ra-

nera en Europe par les quarante degrés latitude. Auſſi, pour revenir des Antilles, marins ſont-ils obligés de gagner cette teur. L'autre mouvement portera ces eaux côtes de l'Afrique ſur celles du Bréſil, delà les rapportera du du côté cap de nne-Eſpérance.

La même choſe aura lieu pour la mer du d. Mais l'effet n'eſt pas tout-à-fait auſſi ſible, parce que l'archipel Indien & la nou- lle Hollande n'oppoſent pas un obſtacle, que le fait l'Amérique. Néanmoins les ux y reviennent toujours ſur elles-mêmes. ar les vaiſſeaux qui viennent des Philippines Amérique, ſont obligés de gagner les degrés de latitude nord, & de revenir par Californie.

D'autres cauſes opéreront un tranſport des aux vers l'équateur.

Une de ces cauſes ſera l'action continuelle s vents qui ſoufflent des pôles vers les opiques (§. LXXV). Ils imprimeront ux mers le même mouvement qu'ils ont ux-mêmes, comme le font tous les autres ents.

La différente denſité des eaux pourroit y fluer également. Les eaux des mers ſont us ſalées dans les pays chauds que dans les

pays froids, & à leurs parties inférieures que dans leurs parties ſupérieures.

Les eaux des pôles ſont plus froides à leur ſurface, & plus chaudes à une certaine profondeur.

Dès-lors, les eaux des pays chauds étant plus denſes, ſur-tout dans leurs parties inférieures, doivent s'écouler vers les pôles par le fond des mers. Il faudra donc que les eaux ſupérieures des mers des pôles refluent vers l'équateur. Leur plus grande denſité, qu'elles doivent au froid, favoriſera cet écoulement. Elles entraîneront avec elles les glaces dont elles ſont couvertes.

Ces trois grands mouvemens des eaux ſont enſuite modifiés par la nature des côtes, des détroits, des caps, des promontoires..... comme nous l'avons vu en parlant des marées.

Les vents généraux, tels que les vents alifés, ou les vents particuliers qui tiennent un certain tems, tels que les mouſſons; enfin les vents de mer & de terre qui ſont conſtans, donneront lieu à beaucoup de courans particuliers dans les mers, leſquels ſeront également modifiés par les côtes, les promontoires, les golfes, les détroits...

Ce ſeront ces cauſes qui produiront ces

foule de courans particuliers dont parlent les navigateurs, & dont nous avons rapporté quelques exemples en parlant des vents.

Les grandes rivières, les grands fleuves, en ſe jettant dans les mers, y produiſent encore des courans. Des maſſes d'eau auſſi conſidérables que l'Amazone, l'Orénoque, la Plata .... ayant un cours plus ou moins rapide, doivent, en arrivant dans la mer, perdre leurs viteſſes acquiſes; ce qu'elles ne feront qu'en les communiquant aux eaux des mers avec leſquelles elles ſe mêlent. Auſſi, y a-t-il des courans particuliers à l'embouchure de toutes les grandes rivières. Ces courans changent ſans ceſſe par les ſables que ces fleuves entraînent, par les attériſſemens & par les îles qu'ils forment.... & font des *barres* très-dangereuſes pour les navigateurs.

Ces courans deviennent plus violens dans le tems du juſan, ou haute marée, ainſi que lorſque la mer eſt agitée. Les flots de la mer ont, dans cet inſtant, un mouvement contraire à celui du fleuve, & ce choc rend la lame très-dangereuſe. Ce choc des deux courans forme ce qu'on appelle la *barre*.

Des fleuves ſouterreins qui aboutiront dans les mers, pourront également y exciter des

courans par les mêmes cauſes que nous venons d'expoſer.

On avoit ſuppoſé des cavités ſouterreines, par leſquelles certaines mers ſe communiquoient, & qui produiſoient de grands courans, comme nous avons vu qu'on en ſuppoſoit pour certains lacs, tels que la mer Caſpienne...

On diſoit, par exemple, que les eaux du golfe du Mexique communiquoient avec celles de la mer du Sud par un conduit qu'on ſuppoſoit exiſter ſous l'iſthme de Panama. On aſſuroit auſſi qu'il exiſtoit de ſemblables conduits du côté de la Jamaïque.....

Mais, quoique tous ces conduits ſouterreins ſoient très-poſſibles, nous n'avons aucun fait conſtant qui en aſſure l'exiſtence.

On avoit encore aſſigné pour cauſe des courans, des gouffres dans leſquels on ſuppoſoit que les eaux ſe précipitoient. On citoit particulièrement le fameux *Maëſtrom* ſur les côtes de Norwege. Mais aujourd'hui que ce lieu eſt bien connu, il ſe réduit à peu de choſe.

Il eſt très-vraiſemblable qu'il exiſte dans les mers des lieux par où les eaux gagnent l'intérieur du globe. Mais nous n'en connoiſſons encore aucun qu'on puiſſe aſſurer ſervir à cet uſage.

Le *Maëſtrom* eſt un eſpace où les eaux tournent. Ce tournoiement peut être occaſionné effectivement par une abſorption des eaux qui s'engloutiroient dans des cavernes intérieures. Mais il peut auſſi être produit par des courans oppoſés, comme nous le voyons tous les jours relativement aux eaux des fleuves.

Des trombes qui ſe forment ſur la ſurface de la mer, y produiſent de pareils tournoiemens.

Les feux ſous-marins, dans les tems de leurs éruptions, troublent l'équilibre des eaux & doivent y produire des courans.

Les éruptions des volcans qui ſont ſitués proche des mers, produiſent ordinairement un double mouvement dans leurs eaux. Par une première impulſion, elles ſont repouſſées loin de la côte; mais une ſeconde les ramène & les élève conſidérablement. On les a vu quelquefois être élevées juſqu'à 200 pieds au-deſſus de leur niveau.

§. CCLXXVI. Les eaux des mers préſentent un autre phénomène qui mérite l'attention du phyſicien. Du côté de Cette, d'Aiguemorte, où il y a beaucoup de marais ſalans, on s'apperçoit dans certains tems de l'année, que les eaux ſemblent ſe retirer. C'eſt ſur-tout dans les années très-sèches au mois

de Juillet & au mois d'Août. L'eau de la mer ne ſauroit remplir les marais ſalans, comme elle le fait ordinairement.

On ne ſauroit cependant dire que la ſéchereſſe diminue les eaux de la mer d'une quantité ſenſible. Cet effet tient donc à une autre cauſe. Dans cette ſaiſon, lors des ſéchereſſes il règne conſtamment un vent de nord. Ce vent pouſſe les eaux en haute mer, & les éloigne par conſéquent des côtes de Cette, d'Aiguemorte...

Dans le golfe de Veniſe, on apperçoit la même retraite des eaux dans les ſaiſons sèches. Elles paroiſſent diminuer de près de deux pieds dans les lagunes, ce qui eſt produit également par des vents de terre qui ſoufflent conſtamment, & repouſſent les eaux en haute mer.

Nous avons déjà dit qu'il paroît certain que les eaux des mers, pouſſées par un vent continuel, peuvent ſe ſoutenir conſtamment au-deſſus de leur niveau actuel.

DE L'EFFET DES COURANS DANS LE SEIN DES MERS.

§. CCLXXVII. On ne ſauroit révoquer en doute que, dans le ſein des mers & des grands lacs, il exiſte des courans ſoit généraux, ſoit particuliers. Ils ſont conſtatés par l'obſervation. Mais les effets qu'ils peuvent produire, ne ſont pas également déterminés.

Quelques phyſiciens ont attribué une grande force à ces courans, & penſent qu'ils exercent une action très-conſidérable ſur le fond de leur ſol. Ils croient que ces courans ont pu creuſer des vallées & en élargir d'autres. Une des preuves que Bourguet en apporte, eſt la régularité des angles rentrans & ſaillans de ces vallées.

D'autres phyſiciens ſoutiennent, au contraire, que l'action des courans eſt preſque nulle, & qu'elle ne s'étend qu'à une très-petite profondeur. Ils ſuppoſent qu'à 60 ou 80 pieds, elle ne produit preſque aucun effet.

Pour décider cette queſtion, qui eſt d'un grand intérêt, relativement aux phénomènes géologiques, il faut conſulter les faits.

Il eſt certain que la mer forme des bancs

de ſable qui ferment aux vaiſſeaux des paſſages qui leur étoient ouverts.

Il y a un grand nombre de ces bancs de ſable ſur les côtes de Hollande, & au nord-eſt de l'Angleterre. Les principaux ſont le Zuiderſée, le banc de Werthem, celui de Whitte, celui de White-Watter, celui des Chiens.... Le Borneur ou le Kintmen eſt un des plus étendus qu'on connoiſſe.. Il commence ſur les côtes du Holſtein & ſe prolonge juſques ſur les côtes des Hybrides. (*pl. III*).

On retrouve de pareils bancs dans la plupart des mers. Les géographes en marquent un conſidérable, qui s'étend de la côte d'Afrique, proche Alger, aux ſept Caps, juſques dans le golfe de Lyon.

Les bancs de Terre-Neuve ſont très-étendus. Mais il y en a d'autres ſous mer, proche de ceux-ci, & qui ſont encore plus conſidérables.

Tous ces bancs de ſable ſont chariés par les eaux qui, même ſouvent, les font changer de place, comme on l'obſerve journellement au Zuiderſée.

Sur toutes les côtes, la mer charie des ſables, des galets.... elle ronge les montagnes qui la bordent, forme des falaiſes.

Il n'eſt donc pas douteux que les eaux de

la mer n'agiſſent ſur ſon fond & ſur ſes côtes. Mais juſqu'à quelle profondeur s'étend cette action? c'eſt ce que les faits ne décident pas d'une manière préciſe.

DICQUEMARE penſoit que l'action des eaux étoit aſſez conſidérable au Havre & dans toute la Manche, pour changer le fond de la mer. Il diſtinguoit, en conſéquence, deux fonds dans cette mer: l'un qu'il appeloit permanent, & qu'il regardoit comme le véritable fonds; & l'autre qu'il appeloit changeant (1).

D'APRÈS a étendu cette obſervation à toutes les mers (2).

Pour prouver leur opinion, ils diſoient l'un & l'autre, que les ſondes jetées à différentes époques dans les mêmes endroits, apportoient des terreins différens. Les marins, ajoutent-ils, en avoient été induits en erreur pendant long-tems. Ils croyoient n'être plus dans le même lieu, voyant que la ſonde ne rapportoit pas la même nature de terreins.

Nos deux auteurs prétendoient, au contraire, s'être bien aſſurés que la ſonde jetée à différentes époques dans le même endroit,

(1) Journal de Phyſique, Décembre 1775, p. 438; & Novembre 1781, pag. 395.

(2) Journal de Phyſique, Octobre 1775, pag. 335.

apportoit ſouvent des terreins différens : ce qu'ils attribuoient aux dépôts que les eaux charioient ſans ceſſe. Ces nouveaux dépôts forment un fond factice, qui changeoit chaque fois que les eaux l'emportoient pour y apporter de nouvelles ſubſtances ; & cet effet avoit lieu, ſuivant eux, dans des mers très-profondes.

Il eſt certain que les eaux des mers charient des ſables à d'aſſez grandes profondeurs, & beaucoup au-delà de 60 à 80 pieds.

Mais leur action eſt-elle aſſez puiſſante pour creuſer le fond de la mer à une certaine profondeur ? Rien ne le prouve. Leur principal effort eſt toujours à leur ſurface. C'eſt là où le coup de la lame a une ſi grande force, comme on le voit journellement, contre les jetées des ports. Elles ne les détériorent qu'à leurs ſommets.

DES FALAISES.

§. CCLXXVIII. Par falaiſes, on entend des montagnes eſcarpées, qu'on rencontre ſur les bords de la mer & des lacs, & qui ſont coupées d'une manière plus ou moins verticale.

Toutes les côtes des mers profondes ſont bordées de pareilles falaiſes, qui diminuent enſuite peu-à-peu, & ſont remplacées par des côtes baſſes.

Les bords de la Méditerranée préſentent un grand nombre de ces falaiſes élevées, dont quelques-unes ont juſqu'à quatre ou cinq cents toiſes au-deſſus du niveau des eaux. C'eſt ce qu'on obſerve du côté de Ceuta, d'Alger, de Gènes, de Nice, de Toulon..... Le rocher de Gibraltar n'eſt qu'une haute falaiſe.

Il faut diſtinguer pluſieurs eſpèces de falaiſes. Les unes ſont produites par l'effort des lames; les autres ſont l'effet d'autres cauſes, que nous allons détailler.

DES FALAISES PRODUITES PAR CRISTALLISATION.

Pluſieurs montagnes produites par criſtalliſation, ſont coupées preſque verticalement. La face du Mont-Blanc, par exemple, qui regarde l'Italie, a environ ſeize cents toiſes d'élévation à peu-près perpendiculaire. Si elle ſe trouvoit ſur les bords de la mer, elle feroit une immenſe falaiſe.

Le mont Ventoux, qui a plus de mille toiſes de hauteur, eſt un pic iſolé au milieu d'une

vaſte plaine. Il formeroit donc également une falaiſe très-conſidérable s'il ſe trouvoit ſur les bords de la mer.

Or, on rencontre, ſur les bords des mers, des falaiſes de montagnes ſecondaires, comme à Douvres, à Boulogne, à Gènes, à Gibraltar.....

Il y en a d'autres de montagnes primitives, comme à Toulon, & ſur toute cette côte, juſqu'au Var.....

DES FALAISES PRODUITES PAR AFFAISSEMENT OU RENVERSEMENT DES MONTAGNES.

Des falaiſes ont encore pu être produites par les affaiſſemens des montagnes, ou leur renverſement, qui les auront coupées verticalement, ou à peu-près verticalement, comme nous l'avons vu pour le rocher de Scilla, en 1783.

DES FALAISES PRODUITES PAR SOULEVEMENT.

Des montagnes ſoulevées par des feux ſouterreins, ou de toute autre manière, pourront encore produire des falaiſes, ſi ces ſoulèvemens ſe font d'une manière verticale, ou à peu-près verticale. En 1720, une éruption volcanique fit ſortir du milieu des eaux, une

île auprès de Tercère. Un vaiſſeau s'en approcha, & fila plus de ſoixante braſſes de corde, ſans pouvoir trouver le fond. Si cette île s'étoit élevée ſur le rivage, elle auroit donc formé une falaiſe conſidérable.

DES FALAISES PRODUITES PAR L'ACTION DES TREMBLEMENS DE TERRE.

Les tremblemens de terre bouleverſent des contrées entières, renverſent des montagnes, en font affaiſſer d'autres, en ſoulèvent de troiſièmes... ils produiront donc ſouvent des falaiſes.

DES FALAISES PRODUITES PAR RETRAITE.

La ſurface de la terre ſe refroidiſſant plus que ſon centre, la retraite aura dû y produire des fentes qui auront pu former des falaiſes.

DES FALAISES PRODUITES PAR L'ACTION DES EAUX.

Mais toutes les falaiſes produites par les différentes cauſes dont nous venons de parler, ſont enſuite expoſées à l'action des eaux. Les lames de la mer viennent frapper contre des montagnes plus ou moins eſcarpées, & les dégradent par la baſe. Dans les tempêtes & les

gros tems, les flots s'élèvent à une grande hauteur & viennent ſe briſer contre ces maſſes. Ils en détachent ſans ceſſe des parties.

Les pluies, les frimats, les gelées produiſent le même effet.

Enfin, la montagne ſe trouve coupée à pic, ou verticalement : & lorſqu'elle eſt compoſée de parties peu cohérentes, elle s'écroule en partie dans la mer. C'eſt ce que l'on voit au Havre, & ſur toute cette côte où les couches des montagnes ſont ſouvent ſchiſteuſes, argileuſes..... Elles tombent par parcelles, & ſont emportées par les flots.

On m'a objecté que les flots de la mer n'ont point aſſez de force pour ronger ainſi leurs rivages : & pour le prouver, on rapporte un très-grand nombre de faits.

1°. On connoît pluſieurs côtes très-anciennes qui ne paroiſſent pas avoir changé depuis des ſiècles....

2°. Des écueils ou rochers à fleur d'eau, ou peu élevés au-deſſus des eaux, ſont aujourd'hui dans la même ſituation qu'ils avoient, ſuivant les plus anciens témoignages de l'hiſtoire.

Je réponds que l'hiſtoire ne date, pour ces faits, que d'environ deux mille ans ; ce qui eſt peu pour d'auſſi grands phénomènes. Qu'il

Qu'il eſt, d'ailleurs, certain que pluſieurs côtes ſont rongées par les flots. Nous en avons des exemples journaliers ſur toutes les côtes eſcarpées. Il ſuffira de citer toutes les côtes de France ſur l'Océan, à Boulogne, au Havre, à Noirmoutier, à la Rochelle, à Rochefort.... par-tout, ces côtes ſont rongées, & les falaiſes s'y dégradent. J'ai vu les falaiſes auprès du Havre, ſe dégrader journellement par l'action de la lame.

Ces effets ſont ſur-tout ſenſibles dans les détroits reſſerrés, où il y a de violens coups de mer. Il s'y forme des falaiſes très-eſcarpées. Le coup de la lame y a tant de force, qu'elle eſt capable d'enfoncer un vaiſſeau qui préſente la poupe, ou le flanc.

Néanmoins, quelques rochers plus durs ont pu réſiſter à cette violence des flots, tels ſont les écueils dont on parle. Mais ce ſont des exceptions qui ne ſauroient détruire un fait général.

Les flots agiront donc contre toutes les côtes rapides qui bordent les mers, en dégraderont les baſes & les feront ébouler.

Cette vérité eſt connue depuis long-tems. Auſſi, les habiles architectes qui dirigent les conſtructions des digues, qu'on oppoſe à l'invaſion des flots, ont-ils bien ſoin d'avertir de

conſtruire ces digues en pente douce, & non perpendiculairement. La lame ſe briſe contre le terrein qui a beaucoup de talus. Son effort diviſé eſt foible. Elle y apporte même des ſables, des galets, & exhauſſe ainſi le ſol.

Au contraire, lorſque la digue eſt verticale, ou à peu-près, la lame exerce toute ſa force contre cet obſtacle, & l'a bientôt entamée ou renverſée. On ſait avec quelle fureur elle agit contre les jetées qui ſont dans les ports.

Elle a renverſé les cônes de Cherbourg, malgré toute la ſolidité qu'on leur avoit donnée.

La mer, en rongeant ainſi ceux de ces bords qui ſont eſcarpés, s'avancera dans les terres, tandis qu'elle s'éloignera ſur les côtes baſſes où elle forme des attériſſemens par les ſables & les galets qu'elle y apporte. C'eſt ainſi qu'elle paroît s'éloigner ſur toutes les côtes de Hollande.... à Dunkerque, à Calais... où la plage eſt plate, & s'avancer du côté du Havre, où il y a des monticules que les flots dégradent ſenſiblement.

Dans des détroits reſſerrés, tels que le Pas-de-Calais, le détroit de Gibraltar, celui de Meſſine, le canal de Bahama.... les flots en rongeront les rives, & élargiront ainſi ces gorges. Au détroit de Meſſine, les eaux ont

dégradé la côte juſques un peu au-deſſous de leur niveau. Des bancs plus ſolides ont réſiſté & forment des bas-fonds, contre leſquels la lame vient ſe briſer avec force, & forme une eſpèce de *cliquetis ſingulier*, qui a été l'origine de toutes les fables qu'on a débitées ſur les ſyrènes, le gouffre de Carybde & de Scylla....

Suppoſons enſuite que les mers ſe retirent & laiſſent à ſec ces détroits; on aura une vallée qui aura été élargie par l'action des eaux.

Cette vallée aura auſſi pu être creuſée & excavée par la même cauſe.

Comme la lame a toujours beaucoup plus de force à ſa ſurface qu'à une certaine profondeur, ſon action ſera plus puiſſante dans les bras des mers, dans les anſes, dans les embouchures des rivières..... elle y attaquera avec force les côtes eſcarpées.

DES FALAISES DES CONTINENS.

On retrouve, dans l'intérieur des terres, dans le centre des continens, au milieu des grandes chaînes de montagnes, pluſieurs falaiſes ſemblables à celles que nous venons de voir ſur les bords des mers. Ce ſont également des montagnes plus ou moins élevées, & coupées plus ou moins verticalement.

Ces falaiſes des continens ont pu être produites par les mêmes cauſes que celles qui ſont ſur les bords des mers.

1°. Par criſtalliſation.

2°. Par des affaiſſemens ou des ſoulèvemens.

3°. Par des retraites.

4°. Par l'action des eaux. L'obſervateur diſtinguera, dans pluſieurs de ces falaiſes, l'action de ces différentes cauſes. Il y reconnoîtra, même ſouvent, l'impreſſion des lames ou des flots qui les ont rongées à différentes hauteurs.

Ces effets ſont très-viſibles dans pluſieurs endroits du Jura. J'en ai vu des marques très-ſenſibles dans la vallée où coule la rivière d'Ain.

On voit en Dauphiné, dit Bernard de Juſſieu (*Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris*, 1718), entre Gap & Siſteron, certaines montagnes où les veſtiges du décroiſſement des eaux de la mer ſont marqués par des amphithéâtres, dont les degrés augmentent en largeur, à meſure qu'ils approchent du pied de la montagne.

Les eaux, dans les grands lacs, produiront les mêmes effets que celles des mers.

Mais quelques-uns de ces lacs, ſitués dans des montagnes élevées, auront pu s'écouler

ſubitement; leurs eaux ayant acquis une grande viteſſe & une grande force, rongeront les bords des vallées qu'elles traverſeront & y formeront des falaiſes.

Cet effet ſera encore plus conſidérable, s'il ſe trouve pluſieurs lacs les uns au-deſſus des autres, & que la digue du plus élevé ſe briſe la première. Elle cauſera la rupture de celles des autres, comme Sulzer ſoupçonne que cela eſt arrivé dans les montagnes de l'Hyrcinie.

Les grandes rivières, les grands fleuves, coopèrent ſouvent à l'agrandiſſement des falaiſes commencées ſur les bords des mers. Lorſque ces eaux courantes viennent avec rapidité frapper contre une butte élevée, elles la coupent peu-à-peu par la baſe, qui ſe mine, & enfin devient une vraie falaiſe que les pluies, les frimas, les gelées achèvent de dégrader.

Si ces falaiſes, formées par les fleuves, ſe trouvent près leur embouchure dans la mer ou dans des lacs, pour-lors, les eaux de la mer en refluant dans la rivière, lors des marées & des gros tems, augmenteront encore cette falaiſe.

La rivière Angara qui ſort du lac ou mer Baïkal, a 900 toiſes de largeur à ſa ſortie de ce lac immenſe. Elle a coupé le terrein à une

profondeur de 20 toiſes environ. On voit des deux côtés du terrein ainſi coupé, les mêmes couches. On y diſtingue ſur-tout huit couches de charbons de deux à trois pieds d'épaiſſeur. On ne peut donc douter que ces falaiſes ne ſoient formées par les eaux ſortant de ce lac par l'Angara.

Les falaiſes qu'on trouve au milieu des continens, auront donc été commencées ordinairement par criſtalliſation, par retraite, par affaiſſement, par ſoulèvement. Elles auront enſuite été travaillées;

1°. Par les flots de la mer, tandis qu'elles étoient dans ſon ſein ou ſur ſes bords.

2°. Par ces mêmes eaux de la mer qui s'étendent dans les golfes, dans les détroits, le long des vallées & des rivières qui y coulent.

3°. Par les eaux courantes, telles que les fleuves.

4°. Par l'action des frimas.

5°. Quelques-unes ont pu être augmentées par des débacles de lacs élevés, qui, ayant rompu leurs digues ſubitement, ſe ſont écoulés avec grande impétuoſité.

6°. L'action des feux ſouterreins & des tremblemens de terre, en bouleverſant des contrées entières, auront encore pu produire beaucoup de falaiſes.

DES VOLCANS, DES TERREINS QU'ILS SOULEVENT, ET DES TREMBLEMENS DE TERRE.

§. CCLXXIX. S'il eſt quelques phénomènes qui aient dû effrayer les hommes, ce ſont ces commotions ſouterreines qui ſemblent menacer le lieu de leur habitation d'une deſtruction totale, & ces flammes dévorantes qui s'élancent du ſein de la terre entr'ouverte. A combien d'idées ridicules n'ont-elles pas donné naiſſance!

Les feux ſouterreins ſont beaucoup plus nombreux qu'on ne penſe communément. Si nous parcourons ſur la carte, tous ceux dont parlent les obſervateurs, nous ſerons étonnés de leur nombre: & ſans doute ils ne les ont pas encore tous décrits.

Mais il y en a encore un bien plus grand nombre qui ſont éteints: & comme les ſeuls minéralogiſtes en peuvent reconnoître l'exiſtence par les traces qu'ils ont laiſſées, les voyageurs, la plupart peu inſtruits dans ces matières, n'ont pu nous en parler.

Toutes les côtes de la Méditerranée ſont remplies de volcans en activité, ou éteints.

Le mont Gibel, ou Etna, en Sicile, eſt le plus conſidérable de ces volcans en activité. Suivant Guénaut, ſa première éruption date de quinze cents ans avant notre ère. (*Coll. acad. part. franç. t. VII, p.* 489.)

On trouve, au ſud de l'Etna, pluſieurs veſtiges de volcans éteints, dont les principaux ſont au Val di Notto dans les monts Neptuniens, & qui paroiſſent plus anciens que l'Etna.

Les îles Lipari, ou Æoliennes, qui ſont au nombre de dix, peuvent être regardées comme des productions volcaniques, ainſi que pluſieurs rochers à fleur d'eau, qui ſont ſitués au milieu d'elles. Une de ces îles, Stromboli, préſente des éruptions preſque continuelles.

L'Italie compte deux volcans célèbres en activité. Le Véſuve, dont la première éruption paroît dater de l'année 79 de notre ère, quoique quelques faits paroiſſent prouver des éruptions antérieures.

Et la Solfatare.

Mais le reſte de l'Italie eſt plein de veſtiges d'anciens volcans éteints.

Toute la côte de la Campanie préſente des reſtes volcaniques.

Les hécatombes de Rome ſont dans des laves & des baſaltes.

Par conſéquent on peut aſſurer que, depuis Sienne juſqu'au-deſſous de Naples, c'eſt-à-dire, l'eſpace d'environ quatre-vingts lieues, toutes ces contrées ont été des foyers de feux ſouterreins.

On trouve dans le Vicentin & dans le Padouan, un eſpace de quinze lieues, qui ne préſente que des veſtiges d'anciens volcans (qui paroiſſent avoir été ſous-marins), dont les plus conſidérables ſont :

Saint-Lucas.

Le mont Gorgignano.

Le monte Roſſo, à Padoue.

Le monte Diavolo, à Vérone.

Et toute cette partie d'Italie paroît avoir été ravagée par les volcans.

Tous les lagonis de Toſcane ſont remplis d'eaux chaudes, de vapeurs d'acide ſulfureux, & de gaz hépatique.

On retrouve une quantité immenſe de volcans éteints dans la partie méridionale de la France.

En Provence, Ollioule, Fréjus...

Dans les Cévennes, il y a une multitude d'anciens volcans, à Rochemaure, au Coiron, à la Coupe, au Puy...

Ils communiquent avec ceux d'Auvergne, où on diſtingue particulièrement le Cantal, le Mont-d'Or, le Puy-de-Dôme.... Il faut voir la deſcription de tous ces volcans dans le bel ouvrage de Faujas, qui en a donné de ſuperbes deſſins, & dans les divers auteurs qui en ont parlé...

Ces volcans s'étendent dans le Forez, où on en retrouve un à Mont-Briſon.

Ils ſe propagent même juſqu'en Bourgogne. Du côté d'Autun, il y a un volcan éteint au mont Dreven...

La maſſe des Alpes ne préſente rien de volcanique.

Mais du côté du Briſgaw, & en deſcendant le Rhin vers Bonn, on rencontre pluſieurs volcans éteints, décrits par Diétrich, Sauſſure, Noze...

On en retrouve :

Auprès de Francfort.

A Brandeau, en Heſſe.

Auprès de Gottingue.

A Lauban, en Luſace.

A Stolperſtein, en Miſnie.

A Léignitz, en Siléſie...

Il y a des volcans éteints en Dalmatie & en Hongrie.

Ces volcans ſe propagent du côté de l'Epire & de la Macédoine.

Tout l'Archipel de la Grèce eſt agité par les feux ſous-marins.

Delos a été ſoulevé par les feux ſous-marins.

Pline (*liv.* 2) cite un grand nombre d'îles qui ont été ſoulevées par des tremblemens de terre, & d'autres qui ont été englouties. Il dit que la mer a envahi le terrein qui ſéparoit la Sicile de l'Italie. (*Ibid. chap.* 92.)

Sénèque rapporte que, de ſon tems, l'île de Théraſie, aujourd'hui Santorin, parut au milieu des flots, après un violent tremblement de terre. Depuis ce tems, elle a éprouvé un grand nombre de ſecouſſes : & dans quelques-uns, l'île a été agrandie par de nouvelles éruptions ſouterreines; d'autres fois, elle a diminué, parce que des portions de terre ſe ſont affaiſſées.

Les côtes de la Syrie ont été ſouvent bouleverſées par de violens tremblemens de terre. Poſſidonius rapporte qu'une partie de la ville de Sidon fut renverſée par un tremblement de terre.

Les environs de Babylone ſont remplis de piſſaphalte; ce qui y indique des feux ſouterreins.

La mer Morte, & tous ſes alentours, contiennent également beaucoup de bitume de Judée, ou piſſaphalte.

Auprès du mont Taurus ſe trouve le mont Albours, qui jette fréquemment des flammes.

On retrouve, dans les mêmes cantons, le mont Ararath, ancien volcan éteint, & pluſieurs veſtiges d'autres volcans.

Il y a, dans la Daourie, partie orientale de la Sibérie, des veſtiges d'anciens volcans éteints. Patrin en a vu, en deux endroits, ſur les bords de la Chilca, du côté de Nerkinck; & il aſſure que toutes ces contrées préſentent des veſtiges des feux ſouterreins.

Il paroît qu'il y a auſſi des volcans au nord de la Chine : & les voyageurs rapportent que pluſieurs provinces de ce vaſte empire ont été ravagées par de fréquens tremblemens de terre.

Mais les plus célèbres qui exiſtent dans ces régions, ſont ceux de Kamſchatka. Il y en a trois principaux.

Celui d'Awatcha.

Celui de Tolbatchick.

Et un troiſième encore plus élevé.

Celui d'Awatcha fit une éruption dans l'été

de 1737. Le 6 octobre ſuivant, il y eut un emblement de terre dans ces régions, qui renverſa tout. La mer ſe retira deux fois, & revint ſur elle-même. Une troiſième fois, elle s'éleva juſqu'à deux cents pieds.

Le Japon contient pluſieurs volcans, qui ſont au moins au nombre de huit, ſoit dans l'intérieur du pays, ſoit dans des petites îles voiſines. D'autres de ces volcans ſont éteints. Ce pays eſt ſujet à de terribles tremblemens de terre. Il y en eut un qui, en 1703, renverſa la ville de Jedo, où il périt plus de deux cent mille perſonnes.

Les îles Mariannes renferment un volcan célèbre, nommé *Griga*.

Les Philippines contiennent pluſieurs volcans, & ſont agitées par de fréquens tremblemens de terre.

L'île Formoſe eſt ſouvent agitée par des tremblemens de terre.

Mais il y a ſur-tout beaucoup de feux ſous-marins autour de cette île. En 1782, il y eut un ſi violent mouvement de ces mers, que les flots furent portés ſur l'île, qu'ils traversèrent toute entière.

L'Archipel Indien eſt très-agité par les feux ſouterreins.

L'île Banda renferme un volcan célèbre.

Il y a des jets d'eaux chaudes ; ce qui y annonce des feux ſouterreins.

L'île Ternate a un volcan conſidérable.

Java contient un volcan ſitué près de Panaracan. Il jette beaucoup de flammes.

Il y avoit, au milieu de l'île de Sarca, une des Moluques, un volcan conſidérable. Il fit une terrible éruption en 1693, après laquelle l'île fut abîmée, & diſparut.

Cook & Forſter ont été témoins, le 5 août 1774, de l'éruption d'un volcan dans l'île de Tanna, une des nouvelles Hybrides.

L'île Bourbon contient un volcan célèbre.

L'île Madagaſcar renferme des jets d'eaux chaudes ; ce qui indique des feux ſouterreins.

L'Amérique compte un grand nombre de volcans.

Il y en a un au Mexique, près de Tlaſcala.

Un autre ſe trouve ſur la côte de Honduras, près de Guatimala.

Un autre à Colima.

Un autre à Orizava, près de Véra-Crux.

Un autre ſur la mer du Sud, à Rialéjo, près d'Amapalla. On l'appelle *Volcano-Véjo*, vieux volcan.

Un autre ſe trouve dans l'île de Nicaragua.

La Grenade offre un volcan, près Tocayma.

La Jamaïque a auſſi un volcan.

Les Antilles ſont fréquemment agitées par de violens tremblemens de terre.

Le Pérou préſente un très-grand nombre de volcans, dont les uns ſont en activité, & les autres ſont éteints.

Les principaux volcans qui ſont en activité dans ces régions, ſont :

Celui d'Arequipa, dont les exploſions ſont terribles.

Celui de Pitchinca.

Celui de Coto-Paxi, dont la flamme, dans l'éruption de 1738, s'éleva à plus de deux mille pieds. On aſſure que le bruit de ſon exploſion fut entendu à cent vingt lieues de diſtance.

Celui de Sangay, dont le bruit ſe fait entendre à plus de quarante lieues.

Ces mêmes montagnes ſont remplies de volcans éteints, dont un des plus célèbres eſt Chimboraco, la plus haute montagne connue du globe. Elle a 3217 toiſes au-deſſus du niveau des eaux de la mer.

Les îles du golfe du Mexique ſont ſans ceſſe agitées par les feux ſouterreins.

La Jamaïque & la Guadeloupe préſentent chacune un volcan.

Les Açores ſont bouleverſées par les feux ſouterreins & ſous-marins, ainſi que Madère, les Canaries, & les îles du cap Vert.

Aux Canaries, il y a trois volcans conſidérables.

Celui de Ténériffe.

Celui de l'île Féro, ou de Fer.

Celui de l'île Palma.

Au cap Vert, l'île de Fuégo renferme un volcan conſidérable.

Du côté de Fez, il y a une caverne appelée *Béniguazeval*, qui jette toujours de la fumée, quelquefois des flammes.

(Saint) Auguſtin rapporte qu'il y eut un tremblement de terre dans la Lybie qui renverſa cent villes.

Shaw dit que, dans le royaume d'Alger, il y a beaucoup d'eaux ſulfureuſes très-chaudes, & qu'on y reſſent de fréquens tremblemens de terre, qui arrivent preſque toujours un jour ou deux après les grandes pluies. Shaw, *Voyage en Barbarie*, *t. I*, *p.* 303.

Auprès de Cadix, à Conilla, il y a des feux ſouterreins, qui ſubliment ces beaux ſoufres criſtalliſés.

Il y a des feux ſouterreins ſous Lisbonne, comme le prouve le terrible évènement qui la renverſa en 1755.

Bowles

Bowles a reconnu pluſieurs volcans éteints en Eſpagne.

Tout le nord de l'Europe a été en proie aux feux ſouterreins.

On trouve des volcans éteints dans la principauté de Galles.

A Cadairidris.

En Irlande, ſur-tout à Antrim.

En Ecoſſe.

Aux Hybrides, à Staffa...

Enfin, l'Islande préſente par-tout des traces volcaniques. On y compte pluſieurs volcans en activité, dont les plus conſidérables ſont :

L'Hécla.

Le Kattlégiaa.

On pourroit peut-être avancer que la plus grande partie de l'île eſt un produit volcanique.

On voit, par cet expoſé abrégé, qu'il y a une grande quantité de feux ſouterreins qui jettent des flammes, & ont des cratères extérieurs.

Pluſieurs de ces volcans paroiſſent éteints ; mais on ne ſauroit douter que quelques-uns ne brûlent encore tranquillement, & qu'il ne leur manque que de l'eau ou d'autres circonſtances pour faire exploſion : car on trouve, auprès de pluſieurs de ces volcans, de l'acide

ſulfureux, qui s'évapore continuellement, comme auprès de la Coupe, en Vivarais, ou du bitume liquide, comme auprès du Puy-de-Dôme. Enfin, la cataſtrophe de Lisbonne prouve bien qu'il y a beaucoup de feux ſouterreins que nous ignorons.

Nous ſommes encore moins inſtruits ſur les feux ſous-marins. Il paroît qu'il en exiſte beaucoup plus qu'on ne penſe communément. On voit que l'île Théraſine, ou Delos, ſoulevée, il y a dix-ſept cents ans, eſt toujours agitée par ces feux.

Toutes les mers qui environnent les Açores, les Canaries & le cap Vert, paroiſſent contenir des feux ſous-marins.

On en doit dire autant de celles qui avoiſinent la Jamaïque & la Guadeloupe.

De celles qui avoiſinent Java, Ternate, Banda.

De celles qui avoiſinent Formoſe.

De celles qui avoiſinent les différentes îles du Japon.

De celles qui avoiſinent les îles Mariannes, les nouvelles Hybrides.

. . . . . .

Mais nous n'avons pas encore aſſez d'obſervations ſur ces phénomènes.

Les cratères des volcans ſe trouvent dans toutes ſortes de terreins.

Ceux du Mont-d'Or, du Puy-de-Dôme ... ſont dans les terreins primitifs.

Ceux du Coiron ſont dans les terreins calcaires.

Mais pluſieurs pics volcaniques paroiſſent uniquement formés de matières volcaniques. La montagne de l'Hécla, dit Troil, eſt formée principalement de ſable, de gravier, & de cendres vomies par le volcan avec de groſſes pierres, les unes fondues, les autres ſeulement décolorées par le feu, quoique peu endommagées, de pierre ponce, avec du ſoufre ...

La théorie des volcans préſente pluſieurs queſtions intéreſſantes qu'il faut examiner en détail.

1°. Qui eſt-ce qui entretient ces feux ſouterreins?

2°. Comment les volcans ſous-marins brûlent-ils ſans communication avec l'air extérieur?

3°. Les foyers des volcans ſe communiquent-ils?

4°. A quelles profondeurs ſont ces foyers?

5°. Comment les volcans produiſent-ils l'éruption des laves & de tout ce qu'ils rejètent?

6°. Comment ſoulèvent-ils des montagnes, des îles, tandis qu'ils en engloutiſſent d'autres ?

7°. Comment produiſent-ils des tremblemens de terre ?

8°. Quelle eſt la nature des laves vomies par les volcans ?

9°. Qui eſt-ce qui entretient la fluidité de certaines laves pendant pluſieurs années ?

10°. Des cratères des volcans & de leurs cavernes.

11°. Des pluies qui accompagnent l'éruption des volcans.

12°. Qui eſt-ce qui eſt la cauſe de l'électricité qui accompagne les éruptions volcaniques ?

13°. Peut-on aſſigner des époques aux éruptions des volcans, ſoit ceux qui ſont en activité, ſoit ceux qui ſont éteints ?

Ces différentes queſtions ſont d'autant plus intéreſſantes, que leur ſolution peut jeter un grand jour ſur la théorie de la terre.

QU'EST-CE QUI ENTRETIENT LES FEUX SOUTERREINS ?

§. CCLXXX. On ne peut révoquer en doute qu'ils ne le ſoient par les bitumes & les pyrites, puiſque ce ſont les ſeules matières

combuſtibles que nous connoiſſions dans le ſein de la terre. Ces dernières peuvent s'enflammer ſeules, comme on ſait, & elles mettront le feu aux matières bitumineuſes. On connoît un grand nombre de mines de charbons qui brûlent par cette cauſe.

Lémery, ayant fait un mélange de cinquante livres de limaille de fer & de ſoufre humectés, les enfouit ſous terre à une certaine profondeur; le mélange s'échauffa, & finit par s'enflammer avec exploſion & commotion. (*Mém. de l'acad. des Sciences de Paris, ann.* 1700.)

La quantité de ſoufre & d'acide ſulfureux qu'on rencontre auprès des volcans, eſt une preuve qu'il y a des pyrites. Le ſoufre coule en ſi grande abondance du cratère du pic de Ténériffe, qu'on peut le ramaſſer ſur les neiges dont eſt couverte la montagne. On en trouve auſſi une très-grande quantité à la Solfatare, au pied de l'Etna, aux environs de l'Hécla.....

La préſence des bitumes dans les volcans, n'eſt pas moins démontrée que celle du ſoufre. Car on y trouve beaucoup de ſel ammoniac & d'alkali volatil. Or, cet alkali ne peut provenir que de la décompoſition des bitumes; car les charbons de terre, à la diſtillation, donnent de l'alkali volatil, ainſi que les

tourbes, au lieu que les pyrites n'en ſauroient donner.

Cet alkali, ſe combinant avec l'acide marin, qui provient, le plus ſouvent, des eaux de la mer, forme du ſel ammoniac.

La fumée épaiſſe qui s'échappe des cratères des volcans, reſſemble à celle que donnent les matières bitumineuſes en combuſtion; par exemple, à celle qui s'échappe des cheminées des pompes à feu. Elle eſt noire, s'élève à une certaine hauteur, & enſuite s'affaiſſe ſur elle-même, pour former ce que Pline appeloit *la tête du pin*, par ſa reſſemblance avec un pin. Quelquefois cependant, dans la violence de l'éruption, la fumée ſe préſente ſous forme de flocons blancs. C'eſt qu'alors elle eſt enflammée, ou prête à l'être.

Voici ce que Hamilton dit de cette eſpèce de fumée, lors de la fameuſe éruption du Véſuve au mois d'août 1779. (*Journ. de Phyſ. janv.* 1781.)

« Le dimanche 8 août, le Véſuve fut tranquille juſqu'à ſix heures du ſoir, qu'une » grande fumée commença à s'amonceler ſur » ſon cratère.... Vers les neuf heures, il y » eut une grande exploſion... Au même inſtant, un jet de feu, tranſparent & liquide, » commença à s'élever; & augmentant par

» degrés, il parvint à une ſi ſingulière hauteur, » que tous les ſpectateurs furent frappés du » plus terrible étonnement. Peut-être aura-» t-on de la peine à me croire, ſi j'aſſure, » qu'autant que j'en ai pu juger, la hauteur » de cette admirable colonne de feu n'étoit » certainement pas moindre que trois fois la » hauteur du Véſuve lui-même, qui eſt de » 3700 pieds. Des bouffées de la plus noire » fumée, qui ſe ſuccédoient rapidement, ac-» compagnoient ce jet liquide & tranſparent » de lave rouge & brûlante, interrompant çà » & là ſon éclat brillant par de gros flocons » de la teinte la plus obſcure ».

Il s'élève de tous les volcans une fumée plus ou moins noire, & qui précède aſſez volontiers les grands jets de flamme; car ces jets de flamme ont lieu dans un grand nombre d'éruptions. Nous venons de voir que celle du Véſuve, en 1779, eut près de dix mille pieds d'élévation. Le Coto-Paxi, en 1738, donna un jet de flamme qui s'éleva à deux mille pieds....

Or ces jets de flamme paroiſſent dus, en partie, à cette noire fumée bitumineuſe, qui s'enflamme lorſque la chaleur devient plus conſidérable, en partie, à de l'air inflammable.

On dit même avoir vu ſouvent nager de

l'huile ſur les eaux des mers voiſines des volcans, après leurs grandes exploſions. Au moins eſt-il certain que pluſieurs pierres, vomies par le volcan, ſont comme enduites d'une couche huileuſe, ou qui reſſemble à du bitume.

Et ce qui confirme de plus en plus que ces feux ſont entretenus par des bitumes, c'eſt qu'on a trouvé des mines de charbon ſur les flancs de pluſieurs montagnes volcaniques.

Sur l'Etna, il y a une mine de charbon.

Denon rapporte que, ſur toutes les côtes de la Sicile, on trouve, dans les eaux de la mer, un bitume liquide (§. CLXXXVII).

Le Gorginiano, montagne volcanique du Vicentin, contient une mine de très-bon charbon qu'on exploite.

Les environs du Puy-de-Dôme ſont remplis de piſſaphalte.

Troil a trouvé, à l'Hécla, du bois foſſile & des ardoiſes chargées d'impreſſions végétales.

Enfin, il eſt peu de volcans en activité, ou éteints, dans les environs deſquels on ne trouve des traces de bitumes, ou bois foſſiles.

Néanmoins il eſt poſſible que des volcans ſoient entretenus, ſoit par de ſimples bois foſſiles, ou par des tourbes.

Mais quelle immenſe quantité de matières inflammables ne doit pas exiſter dans les entrailles de la terre, pour entretenir des feux ſi violens, & pendant un auſſi grand nombre de ſiècles ! Cela ne doit pas plus nous ſurprendre que l'immenſe quantité de coquilles qui ſont dans les terreins tertiaires.

La conſéquence que nous en devons tirer, c'eſt qu'il y a bien des tems que la nature travaille toutes ces matières. Nous connoiſſons d'ailleurs des mines de charbons aſſez abondantes pour entretenir de pareils feux pendant une longue ſuite de ſiècles.

Peut-il y avoir des volcans entretenus ſeulement par des pyrites ? Cela ne ſeroit pas impoſſible ſans doute. Cependant nous n'avons aucun fait qui puiſſe autoriſer à le ſoupçonner. On n'a jamais trouvé des pyrites accumulées en auſſi grande maſſe qu'il faudroit pour entretenir de tels feux : & il n'eſt pas de volcans où on ne trouve du ſel ammoniac & de l'huile. Il eſt donc beaucoup plus vraiſemblable qu'ils le ſont par des charbons de terre, ou des tourbes, ou des bois foſſiles, dans leſquels il ſe trouve quelques pyrites.

On pourroit néanmoins objecter que les volcans ſe rencontrent dans toutes ſortes de terreins. Leurs cratères ſont quelquefois dans

les terreins primitifs. Or, il n'y a jamais ni bitumes, ni tourbes, ni bois foſſiles dans ces terreins. Mais il eſt facile d'expliquer cette eſpèce de difficulté, ou de contradiction apparente.

Les mines de charbons, quoique dans les terreins ſecondaires, ſont ſouvent contigues aux terreins primitifs. Celles de Creuzot, auprès de Mont-Cénis, dont les couches ont une ſi grande épaiſſeur, touchent immédiatement les granits. Le feu eſt dans quelques-unes de ces couches.

Suppoſons que des courans d'eau, y arrivant, produiſent éruption & commotion. Il ſe formeroit un cratère le long de la montagne granitique. Celle-ci ſeroit attaquée par le feu, s'écouleroit, en partie, dans le braſier; & bientôt le cratère paroîtroit ſortir du milieu de la montagne granitique elle-même.

Ce que nous diſons de cette mine doit s'appliquer à un grand nombre d'autres, & expliquera comment pluſieurs cratères de volcans paroiſſent ſortir du ſein des montagnes granitiques, ſans que cela prouve que leurs foyers s'y trouvent réellement.

L'Etna, par exemple, eſt appuyé, du côté du nord contre des montagnes primitives, & du côté du midi contre des montagnes cal-

caires. Il eſt donc sûr que le foyer de l'incendie ſe trouve dans des bitumes ſitués entre ces deux terreins, vraiſemblablement dans des couches ſchiſteuſes. La force de l'exploſion a élevé le cratère dans cet eſpace intermédiaire. Les matières primitives, d'un côté, & les ſecondaires, de l'autre, peuvent tomber, tour-à-tour, ou même en même tems dans le foyer du volcan.

La même choſe a lieu aux îles Lipari, au Véſuve ... où on trouve, le plus ſouvent, les terreins ſecondaires d'un côté de ces volcans, & les primitifs de l'autre.

On pourroit faire une autre objection : la fumée des volcans donne une vive odeur d'acide ſulfureux, qui paroîtroit indiquer une combuſtion des pyrites. Mais on ſait que les charbons contiennent tous une grande quantité de pyrites.

MAIS COMMENT LES VOLCANS, ET PARTICULIÈREMENT LES SOUS-MARINS, PEUVENT-ILS BRULER SANS COMMUNICATION AVEC L'AIR EXTÉRIEUR?

§. CCLXXXI. La Chimie nous a appris que pluſieurs chaux métalliques, qui ſont mêlées avec les charbons, telles que les chaux

de manganèſe, celles de fer.... contiennent beaucoup d'air pur. Or cet air ſera ſuffiſant pour entretenir cette combuſtion.

Nous ſavons encore que, dans la fameuſe expérience, dans laquelle on fait paſſer de l'eau à travers un tube de fer incandeſcent, tel qu'un canon de fuſil, il y a réellement les mêmes effets que dans la combuſtion. Car un charbon qu'on y expoſe eſt conſumé, le fer & les autres métaux y ſont calcinés.... C'eſt un fait conſtant, de quelque manière qu'on l'explique, ou par la décompoſition de l'eau, ou par l'air contenu dans cette eau.....

Or, dans tous les volcans, il y a de l'eau. Ainſi, la combuſtion peut donc s'y faire ſans communication avec l'air extérieur, comme elle ſe fait dans le canon de fuſil.

Cette explication paroît d'autant mieux fondée, que les charbons de terre brûlent même dans l'eau. Ces feux grégeois, ſi fameux autrefois, étoient compoſés d'huiles minérales combinées avec d'autres ſubſtances, peut-être avec des chaux métalliques, ſur-tout celle de maganèſe, ou avec du nitre. Ces mêmes ſubſtances pourront donc brûler dans l'intérieur des volcans, ſoit ſouterreins, ſoit ſous marins.

Les feux ſous-marins pourront donc s'entre-

tenir ſous les eaux juſqu'au moment où la mer ne les inondera pas entièrement. Car il faut ſuppoſer qu'ordinairement elle n'y pénètre pas. Mais, de tems à autre, il ſe fait des crevaſſes par leſquelles les eaux peuvent ſe rendre dans le foyer de l'incendie : ce qui produit pour lors exploſion & commotion. Enfin, ſi les eaux y arrivent en trop grand volume, certainement elles éteindront le feu.

Il arrive encore ſouvent que l'air extérieur pénètre dans l'intérieur du volcan ; car ordinairement il y a pluſieurs ſoupiraux dans les cratères des volcans, par leſquels la fumée s'échappe. On ne peut guère douter que, tandis que les vapeurs s'échappent par un de ces ſoupiraux, il ne ſe faſſe une eſpèce de vide momentané, & que l'air extérieur ne ſe précipite auſſi-tôt dans l'intérieur par un des autres ſoupiraux. Ainſi, il doit toujours y avoir une eſpèce de courant d'air dans l'intérieur du volcan.

Enfin, de célèbres phyſiciens de Hollande, Deiman, Paets-Vantrooſvyk, Bondt, Niewland, van Lawerenburg, viennent de faire une expérience qui prouve que la combuſtion peut même avoir lieu ſans le concours d'une certaine quantité d'air atmoſphérique (1). Ils ont

(1) Journal de Phyſique, 1794, 5e cahier.

fait des mélanges analogues aux pyrites, qu'ils ont enflammés ſans le concours de l'air extérieur, ou avec le mélange de l'air impur ou phlogiſtiqué, ou celui de l'air fixe..... ou ſous l'appareil au mercure. Ils ont pris du ſoufre qu'ils ont mélangé avec différens métaux, tantôt avec du cuivre, tantôt avec du fer, tantôt avec du zinc, tantôt avec l'étain, tantôt avec le plomb, tantôt avec l'argent... Ils les ont chauffés légèrement, & le mélange s'eſt enflammé ſans le concours de l'air pur. L'inflammation a même eu lieu à l'appareil au mercure ſans l'accès d'aucune eſpèce d'air. Or, tous ces mélanges ſont des pyrites artificielles. Les pyrites naturelles, compoſées de ſoufre, de fer, & ſouvent d'une portion de cuivre, qui ſe trouvent dans les charbons, pourront donc s'enflammer également dans les entrailles de la terre, ſans l'accès d'aucune eſpèce d'air. Ceci confirme de plus en plus que, dans l'expérience de Léméry, que nous avons rapportée, il y a inflammation, comme il l'avoit avancé.

De ſavans naturaliſtes ont propoſé une autre opinion. « Ne ſe peut-il pas, diſent-ils, que, » dans l'intérieur du volcan, il y ait ſeulement » effervescence, chaleur & dégagement des » fluides élaſtiques, ſans combuſtion, comme

» dans l'intérieur d'une cornue, lorſqu'on diſ-
» tille des matières combuſtibles, ſans accès
» de l'air extérieur ? Et ces fluides élaſtiques
» ne s'enflammeroient que lorſqu'ils ont le
» contact de l'air extérieur. Il en ſeroit de même
» du ſoufre, des bitumes... en ſorte qu'il n'y
» auroit réellement aucune combuſtion dans
» l'intérieur du volcan ».

La choſe ſans doute ſeroit très-poſſible, & peut avoir lieu quelquefois. Mais il eſt également certain qu'il y a auſſi d'autres fois combuſtion par les cauſes dont nous avons parlé; & l'expérience des chimiſtes Hollandois, que nous venons de citer, me fait croire que, le plus ſouvent, il exiſte une véritable inflammation dans l'intérieur du volcan, puiſqu'il y a une grande quantité de pyrites.

Néanmoins il me paroît certain que toute la matière combuſtible n'eſt pas enflammée. Il s'en dégage une partie ſous forme de fumée noire, comme dans nos cheminées; & cette portion ne s'enflamme que lorſque l'exploſion eſt très-violente: pour lors, on voit la flamme ſortir du volcan, & s'élever quelquefois à des hauteurs immenſes.

DES COMMUNICATIONS DES VOLCANS.

§. CCLXXXII. Tous ces volcans, ſi

abondans ſur la ſurface du globe, ont-ils des communications entr'eux ? Il paroît certain qu'il y a réellement des communications entre pluſieurs volcans. Le Véſuve & la Solfatare, par exemple, ont de ſi grands rapports dans leurs exploſions, qu'il n'eſt pas douteux que leurs foyers ſe communiquent. Toutes les fois que les feux de l'un augmentent, ceux de l'autre augmentent également.

Quelques volcans des îles Lipari paroiſſent être dans le même cas. On a même cru remarquer que leurs exploſions ont quelques rapports avec celles de l'Etna. Mais le fait n'eſt point encore aſſez conſtaté, pour qu'on puiſſe aſſurer que les volcans des îles Lipari communiquent avec l'Etna.

Il paroît auſſi que l'Etna communique juſques ſous la Calabre, puiſqu'on a tout lieu de croire que les terribles évènemens de 1783 venoient de ce volcan. C'eſt ce qu'on a conclu par la direction des ſecouſſes.

Mais peut-on dire qu'il y a des communications entre des volcans très-éloignés, par exemple, entre ceux d'Italie & ceux d'Iſlande? Rien ne paroît le prouver. Des exploſions de ces volcans, arrivées dans des tems à peu-près ſimultanés, ne ſauroient être des preuves ſuffiſantes. Ainſi, cette opinion doit être rangée parmi

parmi les hypothèſes, juſqu'à ce qu'on apporte de nouveaux faits.

Néanmoins il eſt certain que les très-violentes exploſions des volcans cauſent des ſecouſſes qui s'étendent à de très-grandes diſtances. Ainſi, le premier novembre 1755, qu'arriva le terrible tremblement de terre de Lisbonne, tout le Portugal fut ébranlé; pluſieurs montagnes s'entr'ouvrirent, & causèrent des inondations.

Cadix, Gibraltar, Grenade, Séville, Madrid, la Corogne...éprouvèrent des ſecouſſes plus ou moins violentes.

Différentes villes de la Barbarie furent auſſi agitées: telles que Maroc, Méquinez, Tanger... La mer s'éleva beaucoup ſur la côte.

La même choſe eut lieu à Madère.

Toute la Provence, & une partie de la France, furent agitées.

Le lac de Genève, & pluſieurs lacs de la Suiſſe, éprouvèrent des mouvemens conſidérables. Leurs eaux furent ſoulevées, agitées...

Milan, & pluſieurs autres villes d'Italie, eurent des ſecouſſes le même jour.

Pluſieurs villes de Bavière, de la Souabe, de la Franconie, de la Hollande, furent agitées, & les eaux ſoulevées.

La ſecouſſe ſe reſſentit, le même jour, ſur

les côtes d'Angleterre, de Norvège, de Suède, en Iſlande, & juſques dans le Groenland...

Les mêmes ſecouſſes ſe firent ſentir dans les différentes parties de l'Europe pendant plus de ſix mois (1).

Il paroît, par tous ces faits, qu'il y eut, le même jour, un ébranlement dans toute l'Europe, une partie de l'Afrique, & juſqu'à Madère. Mais ceci ſe borne à de ſimples ſecouſſes mécaniques, qui s'opèrent par le moyen de fentes prolongées à des diſtances immenſes, même par-deſſous les mers, & n'annonce aucune communication entre les différens foyers des volcans, ou feux ſouterreins.

DES PROFONDEURS DES VOLCANS.

§. CCLXXXIII. A quelle profondeur ſont ſitués les foyers des volcans? Elles varient ſans doute. Des obſervateurs diſent avoir vu dans les cratères, à une aſſez petite profondeur, bouillonner des matières en fuſion.

Il eſt sûr que, dans d'autres circonſtances, le foyer eſt plus profond. On a vu, en 1631, le Véſuve abſorber une partie des eaux de la mer de Naples, & les revomir toutes bouil-

(1) Collection académique, tom. VI.

lantes. La même choſe a eu lieu à la Jamaïque en 1692.

* Les laves s'ouvrent des paſſages dans les flancs de la montagne à différentes hauteurs.

Enfin, il y a des volcans ſous-marins à une grande profondeur ; car, en 1720, lors de l'éruption qui fit ſortir des eaux une île auprès de Tercère, un capitaine de vaiſſeau s'en approcha ; & en jetant la ſonde, il fila ſoixante braſſes ſans pouvoir trouver le fond : ce qui annonce que ce volcan ſous-marin étoit à une grande profondeur.

Ces foyers peuvent même être à différentes profondeurs dans le même volcan : & la raiſon s'en conçoit facilement. Les mines de charbons ont toujours pluſieurs lits ſuperpoſés les uns ſur les autres. Le feu doit être dans ces différentes couches. Mais, par des circonſtances locales, il peut être plus actif dans telle couche que dans telle autre. Par conſéquent le foyer peut paroître tantôt plus élevé, tantôt plus profond. Quelquefois même il y aura pluſieurs de ces foyers en activité dans le même moment.

La profondeur des volcans ſous-marins doit varier également. La mer peut avoir plus ou moins de profondeur dans cet endroit, & les foyers du volcan peuvent auſſi être à différentes

profondeurs dans les couches de terre où ils ſe trouvent ; être dans différens lits de charbons ſuperpoſés les uns au-deſſus des autres.

Nous avons vu que Franklin eſt deſcendu, à Whithaven, dans des mines de charbons à huit cents braſſes au-deſſous du niveau de la mer, & il aſſure qu'il y en a encore de plus profondes.

Il eſt donc par conſéquent très-poſſible qu'il y ait des foyers de volcans à huit cents braſſes & plus, au-deſſous du niveau de la mer.

DE LA FORCE D'EXPLOSION DES VOLCANS.

§. CCLXXXIV. Quelle eſt la cauſe de cette force énorme que déploient les feux ſouterreins dans leurs exploſions ?

Elle doit être attribuée à deux cauſes principales.

A l'eau réduite en vapeurs & à l'air. Nous allons parler de chacune en particulier.

1°. Dans l'inſtant où l'eau tombe dans le foyer de l'incendie, elle eſt réduite ſubitement en vapeurs. Ces vapeurs ſe dilatent avec la force qui leur eſt propre, & que nous n'avons pas encore calculée.

Lorſque la montagne eſt ouverte, & qu'elle

a un cratère, l'exploſion eſt libre, & le volcan vomit d'abord différentes matières, connues ſous le nom de *cendres*, de *rapillo*, ou *petites pierres*, & enfin quelquefois des pierres aſſez groſſes, & à une grande diſtance. Eggert Olafsen rapporte que le volcan de Kattlégiaa, en Iſlande, avoit lancé, à la diſtance de quatre lieues, une pierre peſant deux cent quatre-vingt-dix livres (1).

Si le feu a beaucoup d'activité, tout ce qui ſe trouve expoſé à ſon action eſt réduit en fuſion plus ou moins parfaite. La force de l'exploſion le pouſſe au-dehors ſous forme de laves, qui coulent comme des fleuves de matières enflammées.

Mais ſi le cratère ne correſpond point au foyer actuellement en activité, ces vapeurs comprimées font des efforts prodigieux. Elles produiſent des bruits ſourds, & aſſez forts pour qu'on les compare à des décharges d'artillerie du plus gros calibre. Le terrein eſt ébranlé; enfin, la montagne ſe forme un nouveau cratère. La lave coule par cette nouvelle bouche; & l'exploſion ceſſe, parce que les vapeurs ont une iſſue libre.

Nous avons un grand nombre de faits qui

(1) Troil, *Hiſtoire d'Iſlande.*

prouvent que ce ſont réellement les eaux qui contribuent le plus à ces terribles phénomènes.

La plupart des volcans ſont auprès des mers, comme nous l'avons vu. Or, dans le tems de l'éruption, ils abſorbent preſque toujours les eaux. Dans l'éruption du Véſuve, en 1631, une partie de la mer de Naples fut abſorbée, & enſuite ſes eaux toutes bouillantes furent rejetées avec pluſieurs ſubſtances du fond de la mer.

Dans le tremblement de terre de la Jamaïque, en 1692, une partie des eaux de la mer fut auſſi abſorbée, & revomie toute bouillante.

Eggert Olafsen rapporte qu'après les éruptions des volcans d'Iſlande, les eaux qu'ils avoient rejetées avoient laiſſé ſur la terre des quantités conſidérables de ſels; ce qui ne permet pas de douter que les eaux ne vinſſent de la mer.

Enfin, il eſt peu d'éruptions conſidérables qui ne ſoient accompagnées d'eaux abondantes.

La plupart des volcans éteints indiquent avoir été proche des mers lors de leurs éruptions.

La Limagne d'Auvergne, département de

Puy-de-Dôme, eſt remplie de galets, qui ſont de la nature de la pierre de Volvic, eſpèce de lave poreuſe du Puy-de-Dôme.

On trouve, en un grand nombre d'endroits, des laves recouvertes par des couches calcaires coquillières.

Ce ne ſont cependant pas les ſeules eaux des mers qui occaſionnent les éruptions des volcans. Les eaux, qui ſont à la ſurface de la terre, y contribuent également.

« Le deſsèchement ſoudain des petits lacs » d'eau douce, des ruiſſeaux & des rivières, » eſt encore un ſigne qui annonce une pro- » chaine éruption », dit Troil, en parlant des volcans d'Iſlande.

On peut ſuppoſer avec fondement, que ce furent les eaux du Tage qui, en 1755, tombèrent dans le foyer brûlant ſous Lisbonne, & causèrent la terrible cataſtrophe de cette malheureuſe cité.

Dans la plupart des éruptions des grands volcans, on voit le cours des rivières ſuſpendu; elles ſe perdent un inſtant. C'eſt que leurs eaux, tombant dans des fentes, des crevaſſes, vont ſe rendre dans le foyer de l'incendie, & contribuent à y produire ces terribles commotions.

La grande quantité de jets d'eaux boui-

lantes qu'on obſerve en Iſlande, prouve aſſez combien l'eau a de part à ces grands phénomènes.

Shaw rapporte que les tremblemens de terre, en Barbarie, n'arrivent ordinairement qu'un jour ou deux après les pluies.

§. CCLXXXV. Mais l'eau n'eſt pas la ſeule cauſe de ces grands phénomènes. L'air y influe également. Nous connoiſſons pluſieurs volcans d'airs. Celui de Macaluba, en Sicile, eſt un des plus célèbres & qui a été le mieux décrit par Dolomieu. La baſe de la montagne paroît calcaire. Elle eſt recouverte d'une argile molle, & toujours humectée. Il s'en dégage ſans ceſſe de l'air qui ſoulève cette argile & y produit une eſpèce de bouillonnement ſemblable à celui de l'eau qui eſt ſur le feu.

Mais ce dégagement d'air prend quelquefois le caractère d'un terrible volcan en activité. Le 30 Septembre 1777, ce terrein fut violemment agité juſqu'à la diſtance de trois milles. On entendit des bruits ſemblables à celui du plus fort tonnerre. Il s'ouvrit un cratère de dix palmes de diamètre, qui lança juſqu'à la hauteur de quatre-vingts palmes, une grande quantité de boue & d'eau. Cette érup-

tion dura une demi-heure, & ſe répéta juſqu'à trois fois. Cette vaſe recouvrit tout le terrein à l'élévation de ſix palmes, & applanit les vallées voiſines. Elle avoit l'odeur de ſoufre.

La cauſe de ce phénomène eſt due à l'action de l'acide vitriolique ſur la pierre calcaire qui fait la baſe de cette montagne. Cet acide provient de l'argile. Telle eſt l'explication que donne Dolomieu.

Mais l'odeur de ſoufre qu'a la vaſe, prouve qu'il doit auſſi s'y rencontrer des pyrites en efflorescence qui contribuent à ces phénomènes.

Mais dans les volcans ordinaires, il y a un dégagement conſidérable d'air, qui eſt dû à pluſieurs cauſes.

Il s'en dégage toujours une grande quantité des pyrites en efflorescence. Il eſt vrai que la majeure partie eſt d'air inflammable qui doit ſe conſumer & brûler. Peut-être contribue-t-il à ces beaux jets de flamme qu'on apperçoit de tems à autre dans les éruptions volcaniques. Mais, outre cet air inflammable, il y a de l'air fixe, de l'air phlogiſtiqué, de l'air atmoſphérique....

Toutes les ſubſtances qui ſont fondues pour

compoſer la lave, donnent auſſi beaucoup d'air. Nous en avons la preuve dans les laves poreuſes. On ſait qu'en fondant les ſchiſtes martiaux, les argiles ferrugineuſes.... on a un verre poreux dont il ſe dégage une grande quantité d'air....

Enfin, de l'eau elle-même, réduite en ébullition & en vapeurs, donne beaucoup d'air.

Toutes ces cauſes fourniront donc une aſſez grande quantité d'air.

Cet air, en ſe dégageant, cauſera une vive efferveſcence dans ces matières fondues & enflammées. Il contribuera avec les vapeurs de l'eau, à les ſoulever juſqu'au haut du cratère qui, peut-être, a mille ou deux mille toiſes de hauteur, comme nous voyons qu'il le fait dans du verre en fuſion, & pour-lors, la lave s'épanchera....

§. CCLXXXVI. Il nous reſte encore un phénomène à expliquer. Ce ſont ces jets d'eaux bouillantes dont nous venons de parler.

L'Iſlande eſt remplie de ces jets qui élèvent à une plus ou moins grande hauteur des maſſes d'eaux très-conſidérables. Le plus grand de ces jets eſt celui de Geyſer, qui élève une colonne d'eau de près de neuf pieds

de diamètre, à 92 pieds, & encore quelquefois plus haut. Il y a des pierres ſoulevées avec l'eau.

Le jet n'eſt pas continu. Il ſe fait par intermittence, & n'eſt pas toujours à la même hauteur.

Il eſt conſtamment accompagné d'un bruit conſidérable, non-ſeulement près de la ſource, mais encore dans les montagnes voiſines.

C'eſt après ces bruits ſouterreins, qu'on compare à de fortes décharges d'artillerie, & qui, ſouvent, ébranlent la terre, que le jet s'élance avec force, & retombe un inſtant après.

On dit qu'il y a à Madagaſcar, au haut d'une montagne, un jet encore plus conſidérable, car on le voit de vingt lieues en mer.

Les phénomènes qui accompagnent les jets d'eaux bouillantes d'Iſlande, en indiquent la cauſe. Ils ſont toujours précédés par un bruit ſouterrein très-violent & qui ébranle ſouvent la terre.

Ce bruit eſt occaſionné par l'exploſion de vapeurs ou d'airs qui ſe dégagent, enfilent des fentes ſouterreines avec une telle violence, qu'elles cauſent une commotion dans leurs parois, ce qui produit le bruit & la ſecouſſe.

Ces vapeurs arrivent ſous un réſervoir d'eau, dont elles refoulent les eaux avec violence.

Ces réſervoirs ſont vraiſemblablement d'anciens cratères de volcans reſſerrés par le haut; ces cratères font l'office du tuyau des jets d'eaux ordinaires. L'eau eſt donc ſoulevée avec un grand effort.

Mais ces vapeurs ſe diſſipant auſſi-tôt dans le vague de l'atmoſphère, ou ſe condenſant par l'eau, le jet retombe ſubitement, & recommence bientôt dès que la cauſe reparoît. C'eſt ce qui produit leur intermittence.

DU SOULEVEMENT DES MONTAGNES PAR LES FEUX SOUTERREINS.

§. CCLXXXVII. Les volcans ſont capables de produire de beaucoup plus grands effets que ceux que nous venons d'expoſer. Ils ſoulèvent quelquefois des montagnes entières & des îles qu'ils vomiſſent du ſein des mers, & en engloutiſſent d'autres. Ces phénomènes, ſans être bien communs, ne ſont cependant pas rares.

Platon rapporte que dans la mer Egée, Rhodes, Delos, & onze autres îles, ſortirent du ſein des mers.

Du tems de Sénèque, on vit, après un

grand tremblement de terre, ſortir des ondes, l'île Théraſine, aujourd'hui Santorin.

Pline dit que, peu de tems après, il ſortit une autre île auprès de Santorin.

D'autres éruptions poſtérieures ont encore accru Santorin.

En 1707, cette île fut ébranlée par de nouveaux tremblemens de terre pendant l'eſpace de deux mois, & parurent, à quelques diſtances, de nouvelles terres.

Tercère & les Açores ont préſenté ſouvent les mêmes phénomènes.

En 1720, il y eut de violens tremblemens de terre à Tercère. Pendant ce tems on vit, à quelque diſtance, ſortir du ſein des eaux, pluſieurs rochers couverts de pierres-ponces, & il s'en élançoit des torrens de feu.

En 1721, les feux ſous-marins ſoulevèrent, auprès des Açores, une île qui vomiſſoit des flammes.

En 1783, après le tremblement de terre arrivé en Calabre, l'Hécla fit auſſi ſentir de fortes ſecouſſes, & on vit ſortir, du milieu des eaux, une nouvelle île ſur la côte d'Iſlande.

En 1782, il y eut, ſur les côtes de Formoſe, de violentes commotions ſous-marines,

Les flots furent ſoulevés avec tant de violence, qu'ils traversèrent toute l'île.

En 1538, un tremblement de terre ſouleva une petite montagne près Pouzzol : on l'a appelée *monte di cinereo*, montagne de cendres, parce qu'elle paroiſſoit compoſée de cendres volcaniques.

Une éruption antérieure avoit affaiſſé, dans les mêmes cantons, un terrein aſſez conſidérable où s'étoit formé le lac Lucrin. L'éruption de 1538 combla en partie ce lac avec des cendres, des rapillo, des pierres.

En 1692, il y eut un violent tremblement de terre à la Jamaïque, dans la partie de Port-Royal. La ville fut en partie détruite & inondée par les eaux de la mer. « Du côté de North, » plus de mille acres de terre ſe ſont enfoncés avec tout ce qu'il y avoit d'effets. » Il ne reſte pas une maiſon ſur pied dans » la preſqu'île. Les deux grandes montagnes » qui étoient à l'entrée, ſont tombées auſſi » dans un eſpace de 16 milles qui les ſéparoit; » & s'étant comme jointes, elles ont arrêté le » cours de la rivière, qui eſt demeurée à ſec » pendant un jour entier. Du côté de Yellows, » une autre montagne s'eſt fendue, & tombant ſur les terres voiſines, a couvert plu-

» ſieurs établiſſemens & détruit un grand » nombre de colons.

» Le reſte de l'île ſouffrit auſſi beau- » coup.

» Dans le quartier de Clarendon, il s'ou- » vrit des abîmes & de vaſtes lacs à 12 milles » de la mer. Quoique la plupart ſe ſoient » séchés ou fermés, il en reſte encore des » traces.

» Une montagne proche du Pont-Morant, » fut tout-à-fait engloutie, & la place qu'elle » occupoit n'offre aujourd'hui qu'un grand » lac large de quatre à cinq lieues.

» On eſt perſuadé, à la Jamaïque, que » toutes les montagnes de l'île ſont un peu » abaiſſées ». (*Hiſtoire des voyages*, in-4°., *tome XV.*)

Nous avons vu qu'en 1693, l'île de Forca diſparut & fut engloutie après un violent tremblement de terre.

Tous ces phénomènes ſont produits par les mêmes cauſes que nous avons déjà vues : l'action de l'eau réduite en vapeurs, & celle de l'air qui ſe dégage & qui éprouve une dilatation exceſſive. Leur force eſt aſſez conſidérable pour ſoulever des montagnes, des îles... Mais en même tems, les ſecouſſes ſont ſi violentes, qu'elles font quelquefois affaiſſer des

cavernes volcaniques & les terreins qui les recouvrent.

Les commotions peuvent être assez fortes pour ébranler des continens entiers, comme nous avons vu (§. CCLXXXII), que l'a fait le tremblement de terre de Lisbonne, du premier novembre 1755.

Elles soulèvent aussi les flots de la mer, & causent des inondations plus ou moins considérables, suivant que la plage est plus ou moins plate.

Quelquefois ces inondations sont produites par la chute des montagnes qui, en tombant dans la mer, causent une fluctuation dans ses eaux. Une partie du rocher de Scylla s'écroula aussi dans la mer, lors du tremblement de terre de la Calabre, en 1783, & produisit, dans les eaux, une fluctuation qui inonda toute la côte.

DES TREMBLEMENS DE TERRE.

§. CCLXXXVIII. On éprouve souvent des commotions souterreines plus ou moins violentes, sans appercevoir ni flammes ni volcans. On appelle ces commotions plus particulièrement *tremblemens de terre*.

Il n'est néanmoins pas douteux que ces tremblemens de terre sont dus à des feux souterrens,

ſouterreins, & aux mêmes cauſes qui produiſent les éruptions des volcans. Des eaux arrivent dans ces baſſins ſouterreins, ſont réduites en vapeurs : il s'en dégage beaucoup d'air : ces vapeurs & cet air s'échappent par les fentes ſouterreines & cauſent des ébranlemens ſur une étendue plus ou moins grande de terreins ; & ceci eſt confirmé par des faits certains. Dans tous les violens tremblemens de terre, on voit ſortir des flammes des lieux où on n'en ſoupçonnoit pas.

Lors du trop célèbre tremblement de terre qui renverſa Lisbonne, le premier novembre 1755, on vit ſortir des entrailles de la terre entr'ouverte, des flammes qui mirent le feu aux reſtes de cette malheureuſe ville. On doit donc ſuppoſer qu'il exiſtoit ſous ces lieux ou aux environs, des matières enflammées qui brûloient tranquillement ; mais que les eaux du Tage y étant parvenues, par une cauſe quelconque, il ſe fit une exploſion ſi violente, qu'elle renverſa cette infortunée cité, & s'étendit bien loin.

On vit auſſi ſortir des flammes du ſein de la terre, lors du tremblement de terre qui en 1783, renverſa une partie de la Calabre & de la Sicile. Les ſecouſſes furent terribles.

Les tremblemens de terre ne ſont pas toujours accompagnés d'éruption de flamme ni de commotions auſſi violentes. Très-ſouvent la ſecouſſe eſt foible, ſe fait à peine ſentir, & avec différentes forces, dans les lieux ébranlés.

Mais ce qu'il y a de plus ſurprenant, c'eſt qu'on éprouve très-ſouvent des tremblemens de terre dans des lieux où on ne ſoupçonnoit pas qu'il y eût des feux ſouterreins. La Suiſſe, par exemple, eſt ſujette à de fréquens tremblemens de terre, quoiqu'il n'y ait aucuns veſtiges de feux ſouterreins dans ſes environs. On trouve, dans la collection académique, partie étrangère, tome VI, un relevé de ces différens tremblemens arrivés en Suiſſe, & qui ont été très-fréquens. Je vais en rapporter quelques-uns.

« Ces commotions ſouterreines s'étendent » dans le Jura, dans la Comté & juſques du » côté de Dijon.

» Les Pays-Bas ont auſſi éprouvé de fréquens » tremblemens de terre, qui ſe ſont propagés » quelquefois juſqu'à Mayence.

» Les Pyrénées ont éprouvé des ſecouſſes » fréquentes : le 27 Décembre 1755, tremble- » ment de terre à Aix en Savoie, dans une » partie de la Suiſſe, en Italie, le long du » Rhin, en divers endroits du Rouſſillon,

» aux environs du Canigou, aux pieds des Py-
» rénées, où la ſecouſſe fut annoncée ſur les
» trois heures & demie du matin, qui ſe renou-
» vela ſix fois en deux heures, & chaque
» fois fut ſuivie de balancemens de terre.

» Même jour, huit heures du ſoir, trem-
» blement à Aigle, à Noville, dans les Alpes
» voiſines.

» Le 31 Décembre, le haut Valais, dans
» les Alpes, qui avoit été preſque conti-
» nuellement agité depuis le 9 de ce mois,
» fut tranquille ce jour-là & le lendemain.

» Le 10 Août, dix heures 15 minutes du
» ſoir, 1759, tremblement de terre à Bor-
» deaux, précédé d'un bruit ſouterrein qui
» dura deux ou trois ſecondes.

» Dans le carême 1755, ſecouſſes très-
» ſenſibles en Bretagne ».

Les Pyrénées, la Gaſcogne, les environs de Bordeaux, & toute cette partie de la France, juſqu'en Bretagne..... n'offrent aucune trace d'anciens feux ſouterreins.

On n'a jamais trouvé aucun indice de feu ſouterrein dans la Suiſſe, dans le Jura, dans le Dijonais, dans les Pays-Bas, le Palatinat... Cependant il pourroit y en avoir qui brûlaſſent ſans commotion, & qui fuſſent les reſtes de

ceux qui ont fourni aux volcans du Briſgaw, des bords du Rhin....

Pluſieurs provinces de la Chine éprouvent des tremblemens de terre, quoiqu'on n'y connoiſſe point de volcans. Le 19 Juin 1718, Sin-Gou-Son, capitale de la province de Xen-Si, éprouva une violente ſecouſſe qui s'étendit au loin, & renverſa un grand nombre de maiſons. Pluſieurs montagnes furent culbutées.

Néanmoins les tremblemens de terre s'étendent dans des lieux où on ne peut ſoupçonner en même tems des feux ſouterreins. D'ailleurs, la commotion ſe fait dans le même inſtant. Il faut donc ſuppoſer que cette commotion ſe communique à des diſtances conſidérables; & voilà l'explication qu'on en peut donner.

Il exiſte des fentes, des cavernes; l'eau réduite en vapeurs, & les différens fluides élaſtiques, qui ſe dégagent des feux ſouterreins, enfilent ces fentes avec impétuoſité, & font le même effet qu'un vent impétueux. Elles produiſent un bruit ſemblable à des décharges d'artillerie, comme nous l'avons vu en parlant des jets d'eau bouillante d'Iſlande (§. CCLXXXVI), du volcan d'air de Macaluba (§. CCLXXXV). Elles

ébranlent ce qui s'oppoſe à leur paſſage. La ſecouſſe ſera donc plus violente dans les endroits où la fente ſera reſſerrée, & ſe ſera peu ſentir dans ceux où elle aura plus de largeur. Ceci explique pourquoi tous les lieux ſitués ſur la ligne de la ſecouſſe, ne ſont pas également ébranlés.

La ſecouſſe s'affoiblira à meſure qu'elle s'éloignera du foyer, parce que les vapeurs ſe condenſeront en traverſant ces terreins froids.

Ces vapeurs pourront encore paroître enflammées à une certaine diſtance du braſier, ſi elles n'ont pas eu le tems de ſe refroidir, & elles prendront feu auſſi-tôt qu'elles auront communication avec l'air extérieur.

De tous ces faits, nous en devons tirer deux conſéquences importantes.

La première, eſt qu'il exiſte une grande quantité de feux ſouterreins que nous ignorons, & qui ordinairement brûlent tranquillement. Mais lorſque, par des circonſtances locales, il y arrive des filets d'eau, cette eau eſt réduite en vapeurs, & cauſe des ſecouſſes plus ou moins conſidérables.

Nous avons vu l'exiſtence de ces feux à Lisbonne, en Calabre.

Nous en pouvons ſoupçonner en beaucoup d'autres endroits. Auprès de Clermont en

Auvergne, il y a, au milieu de la plaine, une petite élévation d'une vingtaine de pieds, d'où il ſort continuellement de la poix minérale avec des dégagemens d'air. On y a fait un creux d'environ deux pieds de profondeur ſur un pied de diamètre; il ſe remplit ſans ceſſe de cette poix, qui s'épanche hors du puits. Cette même poix, à quelques lieues de-là, s'écoule également au pont du Château, & en pluſieurs autres endroits.... Or, cette poix ne peut pas être volatiliſée par la chaleur du globe. Il faut donc qu'il y ait des feux ſouterreins, qui ſont les reſtes de ceux qui entretenoient les volcans du Puy-de-Dôme.

On peut ſoupçonner de pareils feux ſouterreins par-tout où il ſort de pareille poix minérale, ou aſphalte, comme aux environs de la mer Morte, aux environs de Babylone, à Gabian...

La volatiliſation des huiles de pétrole doit être due à la même cauſe. Il ſort beaucoup de ces huiles minérales dans la Lombardie, proche des lieux où ont exiſté les volcans du Vicentin...

Enfin, auprès de pluſieurs volcans éteints, on apperçoit, dans des cavités, des vapeurs d'acide ſulfureux; ce qui annonce encore des

combuſtions de pyrites, ou de bitumes pyriteux.

Ce ſeront tous ces feux intérieurs cachés, qui, dans certaines circonſtances, feront ranimés par des courans d'eau ou d'air .... & produiront ces ſecouſſes, ces commotions ſouterreines.

La ſeconde conſéquence que nous préſentent ces faits, eſt qu'il y a un grand nombre de fentes & de cavernes qui s'étendent à de grandes diſtances. Il eſt vrai que nous ne connoiſſons de fentes que dans les terreins ſecondaires. Auſſi eſt-ce toujours dans ces eſpèces de terreins que ſe propagent ces tremblemens de terre. Celui de Lisbonne, en 1755, qui s'eſt étendu de Madère aux côtes d'Afrique, & juſqu'aux extrémités de l'Europe, prouvent que ces fentes ſe propagent à des diſtances immenſes, & même ſous les mers.

Je ne connois point de faits qui prouvent que les tremblemens de terre ſe ſoient fait ſentir dans les terreins primitifs. Cependant il eſt très-poſſible que des terreins primitifs, voiſins des terreins ſecondaires ébranlés, ſe reſſentent de la ſecouſſe.

Dans le bouleverſement de la Calabre, en 1783, des villes, bâties ſur les terreins granitiques, n'éprouvèrent aucun mal, tandis que

celles qui étoient à côté ſur des terreins ſecondaires, furent bouleverſées . . .

Un des effets de ces tremblemens de terre ſera de bouleverſer tous les terreins qui y ſeront expoſés. De ſavans voyageurs m'ont raconté avoir vu des terreins comme hachés par les ſecouſſes du tremblement de terre de la Calabre, en 1783. Des montagnes entières ſe ſont inclinées.

Dans d'autres, les couches ou lits ont été briſés en différens endroits.

Enfin, on a vu des maſſes conſidérables de terreins tranſportées à pluſieurs milles de diſtance.

Les Cévennes préſentent par-tout de ces couches inclinées, coupées, hachées . . . . Ces effets ſont, en partie, dus aux violentes ſecouſſes ſouterreines qu'elles ont éprouvées, lorſque les volcans de ces régions étoient en activité.

La même choſe doit ſe préſenter dans toutes les contrées qui ont été expoſées aux commotions volcaniques.

Et comme les tremblemens de terre ſe propagent à de ſi grandes diſtances, ils ont pu cauſer pluſieurs des affaiſſemens & des renverſemens de terreins dont nous avons parlé.

Les anciens leur attribuoient encore de bien

plus grands effets que ceux dont nous avons été témoins. Ils prétendoient que des tremblemens de terre avoient rompu la digue qui séparoit le Pont-Euxin de la Méditerranée, avoient causé l'affaissement de la grande île Atlantique, dont parle Platon...

Il est certain que nous n'avons pas encore apprécié les forces de ces vapeurs souterreines.

DE LA NATURE DES PIERRES VOLCANIQUES.

§. CCLXXXIX. Une des questions les plus importantes que présente cette matière, est de savoir :

1°. Quelles sont les pierres qui ont été fondues par les feux souterreins pour former ces substances homogènes volcaniques?

2°. Quel est leur degré de fusion ou de vitrification, ou de fritte? Nous en avons déjà parlé (§. CLXX).

On a deux sortes de données pour parvenir à cette solution.

La première, est d'examiner la nature des terreins dans lesquels se trouvent ces feux souterreins. Or, nous avons vu que les cratères des volcans s'ouvrent dans toutes sortes

de terreins. Néanmoins il paroît certain que le foyer de l'incendie eſt toujours dans les couches bitumineuſes. Mais ces couches ſont ſouvent contigues avec des montagnes primitives, comme au Creuzot. Les ſubſtances qui compoſent ces montagnes, telles que granits, porphyres, pétro-ſilex, trapps, cornéènes, ſerpentines, asbeſtes, talc . . . . . peuvent donc tomber dans le foyer du volcan, & entrer dans la compoſition des laves, & on aura pour lors des laves à baſe de pétroſilex, de trapp, de cornéène, de ſerpentine, de granit, de porphyre . . . . . Mais ces ſubſtances auront éprouvé un degré de fuſion plus ou moins conſidérable.

Néanmoins la majeure partie des laves ſera compoſée des ſubſtances qui recouvrent ordinairement les charbons. Ce ſont des ſchiſtes très-ferrugineux, & qui contiennent beaucoup de terre argileuſe, mélangée ſouvent avec des parties quartzeuſes, & quelquefois avec de la magnéſie.

On y trouve auſſi ſouvent des grès mélangés avec ces ſchiſtes.

La ſeconde voie qu'on a employée pour découvrir la nature des pierres volcaniques, a été l'analyſe. Pluſieurs auteurs s'en ſont occupés, & ils ont toujours retiré à-peu-près les

mêmes produits, quoiqu'on eût pris ces matières en différens lieux.

Bergman a analyſé du baſalte de Staffa, qui lui a donné :

Terre quartzeuſe	0,52.
Terre argileuſe	0,15.
Terre calcaire	0,08.
Chaux de fer	0,25.

Dolomieu a retiré des laves compactes de l'Etna :

Terre quartzeuſe	0,60.
Terre argileuſe	0,25.
Terre calcaire	0,03.
Magnéſie	0,02.
Chaux de fer	0,10.

Il avertit que les proportions de ces terres varient un peu. Quelquefois la quantité du fer eſt plus conſidérable, & il y a moins de terre quartzeuſe.

Faujas a analyſé des baſaltes du Vivarais, qui lui ont donné :

Terre quartzeuſe	0,46.
Terre argileuſe	0,16.
Terre calcaire	0,10.
Terre magnéſienne	0,03.
Chaux de fer	0,22.

Ces analyſes, qui ſe rapprochent de celle des trapps & des cornéènes, excepté les

chaux de fer, qui ſont en plus grande quantité dans les produits volcaniques, ont fait penſer à de ſavans naturaliſtes que ce ſont ces eſpèces de pierres qui fourniſſent la matière des baſaltes. D'ailleurs nous avons vu que la plupart des baſaltes priſmatiques ont l'aſpect, le grain, le *facies* des trapps & des cornéènes.

Bergman, & pluſieurs autres naturaliſtes, croient que la matière des pierres volcaniques eſt les ſchiſtes ferrugineux, qui recouvrent les charbons. C'eſt également mon opinion. Et on peut, je crois, prouver que les baſaltes priſmatiques & la lave compacte n'ont point été produits *ordinairement* par des trapps ou des cornéènes.

1°. La plus grande partie des baſaltes priſmatiques, & des laves compactes, ſont homogènes, & ſe reſſemblent dans les différens volcans connus; tels que ceux de l'Etna, ceux de France, ceux d'Irlande, ceux d'Ecoſſe, ceux des Hybrides, ceux d'Iſlande, d'Aſie, d'Amérique . . .

Or, toutes ces maſſes de baſaltes & de laves ſont très-conſidérables, comme nous l'avons vu. Il faut donc que les ſubſtances, qui ont fourni les matières dont ſont formés ces laves & ces baſaltes, ſoient elles-mêmes très-abondantes.

Voilà des faits dont on ne doit jamais s'écarter.

Ils me paroiſſent prouver que ce ne peuvent être ni les trapps ni les cornéènes qui aient fourni ces matières. Car :

a. Les trapps & les cornéènes ne ſe trouvent preſque jamais en grandes maſſes. Donc ils n'ont pu fournir les grandes coulées baſaltiques.

b. Ils ne ſont jamais purs, & ils ſont toujours mélangés avec d'autres ſubſtances. Donc ils n'auront pas fourni des baſaltes homogènes.

On m'objectoit que le foyer des volcans pouvoit être à de grandes profondeurs, & qu'à ces profondeurs il y avoit *peut-être* beaucoup de trapp, & du trapp très-pur.

Je réponds qu'on ne peut fonder un ſyſtême ſur un *peut-être*; qu'aux plus grandes profondeurs où nous ayons pénétré, on n'y trouve que du granit & du porphyre; & qu'enfin rien ne prouve cette grande profondeur des foyers des volcans.

c. Les trapps ne ſe trouvent point dans les terreins ſecondaires; & cependant pluſieurs volcans ſont dans des terreins ſecondaires.

d. Les cornéènes & les trapps n'agiſſent que très-rarement ſur l'aiguille aimantée; &

cependant tous les baſaltes exercent une action très-forte ſur cette aiguille.

On doit donc conclure que la matière ordinaire des baſaltes & des laves compactes, n'eſt ni du trapp ni de la cornéène purs.

e. Les feux ſouterreins ne peuvent être entretenus que par des maſſes de pyrites ou des bitumes.

Or, les bitumes ne ſe trouvent que dans les terreins ſecondaires, où il n'y a ordinairement ni trapp ni cornéène.

Les pyrites ne ſe trouvent qu'en aſſez petite quantité, & ſur-tout dans les terreins primitifs, & ſeroient abſolument incapables de fournir à des embraſemens auſſi conſidérables que l'Etna.... & continués pendant un ſi grand nombre de ſiècles....

Puiſque les feux ſouterreins ſont entretenus par des bitumes & des charbons, comme on ne ſauroit en douter, d'après les preuves multipliées que nous avons rapportées (§. CCLXXX), il eſt donc vraiſemblable, diſons même, il eſt certain que les ſubſtances, qui enveloppent ces charbons, doivent éprouver les premières l'action du feu. Ce ſont donc elles qui doivent faire la majeure partie des pierres volcaniques. Or, les bitumes & les charbons ſont conſtamment recouverts & aſſis ſur des ſchiſtes

martiaux, dont quelques-uns ſont micacés & magnéſiens ; d'autres contiennent des portions calcaires. L'analyſe de ces ſchiſtes donne les mêmes produits que nous avons retrouvés dans les baſaltes ; ſavoir :

Terre quartzeuſe.
Terre argileuſe.
Terre calcaire.
Terre magnéſienne.
Chaux de fer en grande quantité.

Les terres calcaire & magnéſienne y ſont plus rarement, & leur quantité varie, ſuivant la nature des ſchiſtes.

Ceci me paroît réſoudre la queſtion que nous diſcutons.

« Comment les baſaltes & les laves com-» pactes paroiſſent toujours homogènes dans » les différens volcans, quoique les montagnes » où ſe trouvent ces volcans, ſoient de nature » différente ».

La nature des pouzzolanes confirme ce que je viens de dire ; car elles ne ſont que des argiles martiales, contenant beaucoup de terre quartzeuſe, qui ont été plus ou moins chauffées. L'art eſt parvenu à imiter ces pouzzolanes, en faiſant chauffer des ſchiſtes, ou des terres argileuſes, ferrugineuſes. Or, ces argiles, ſi communes dans les terreins bitumi-

neux, ſe trouvent rarement avec les trapps & les cornéènes.

Lorſque les ſchiſtes éprouveront un certain degré de fuſion, ils donneront une matière très-poreuſe. C'eſt la lave poreuſe. Les vides qui s'y rencontrent ſont dus au dégagement des fluides élaſtiques aériformes, ſur-tout de l'air contenu dans les chaux de fer. Tous les laitiers des forges de fer préſentent une matière analogue à la lave poreuſe.

Dans les grands courans de laves, on obſerve que la partie ſupérieure eſt ordinairement poreuſe & cellulaire, tandis que les parties inférieures ſont compactes. Il eſt facile d'en aſſigner la cauſe. Il arrive à la lave la même choſe qu'aux matières qu'on fond en grandes maſſes, dont les parties ſupérieures ſont pleines de ſoufflures, tandis que les inférieures ſont compactes.

Il ſe peut encore que cette lave compacte n'ait pas été aſſez chauffée, pour donner lieu au dégagement des fluides élaſtiques, tandis que la partie de la ſurface du courant éprouve un plus grand degré de chaleur par l'action de l'air extérieur.

Le verre volcanique, ou brunâtre, ſera dû à des portions plus chargées de fer, & plus chauffées. On ſait que, dans les laitiers

des

des mines de fer, il s'y rencontre des matières noirâtres vitrifiées, & qui reſſemblent à la pierre obſidienne, ou verre noir volcanique. Il y a de ce verre qui n'eſt pas noir : tel eſt celui de l'île de Bourbon. Sans doute il contient moins de fer. Il reſſemble davantage au verre de bouteille, ou à ce que, dans les verreries, on appelle *fiel de verre.*

On doit donc regarder les ſchiſtes, dans leſquels ſe trouvent les mines de charbon, comme la baſe ordinaire de toutes les pierres volcaniques, laves poreuſes, laves compactes, baſaltes priſmatiques, verre volcanique, pouzzolane...

Mais il peut tomber dans le foyer de l'incendie, comme nous l'avons déjà dit, des portions des terreins voiſins de ces ſchiſtes. Si ces charbons ſe ſont trouvés au pied des montagnes primitives, elles ſe ſeront éboulées dans le volcan, & auront fourni des granits, des porphyres, des pétro-ſilex, des trapps, des cornéènes, des pierres granatiques...

Toutes ces ſubſtances ſe mélangeront avec des portions de laves formées des ſchiſtes, & donneront de nouvelles variétés de laves. On y diſtingue encore ces ſubſtances étrangères, qui n'ont point été entièrement fondues. Il eſt

des laves dans leſquelles on reconnoît le pétro-ſilex, le trapp, la cornéène, le feld-ſpath, le grenat... (§. CLXX).

Il ſe pourroit même que ces ſubſtances, fournies par les matières primitives, fuſſent en aſſez grande abondance pour former elles-mêmes des laves particulières, ſans aucun mélange de matières ſchiſteuſes.

La pierre-ponce, qui ne ſe trouve en certaine quantité qu'aux îles Lipari, eſt, ſuivant Dolomieu, formée de granit à demi-vitrifié. Si cette ſuppoſition eſt fondée, il ſera facile d'en trouver la cauſe dans les granits qu'on rencontre dans ces îles. Mais il ſe pourroit que la pierre-ponce ne fût qu'une lave poreuſe plus fine & plus vitrifiée, & qui tînt le milieu entre la vraie lave poreuſe & le verre volcanique; celui, par exemple de l'île de Bourbon, qui eſt en filets déliés. Cette ſubſtance aura été enſuite décolorée par les vapeurs acides, ſoit de l'acide ſulfureux, ſoit de l'acide marin.

La ſeule difficulté conſidérable qui nous reſte à réſoudre, eſt celle-ci.

« Il y a pluſieurs laves, qui, comme nous » l'avons vu, reſſemblent ſi parfaitement aux » trapps, aux cornéènes..... & autres pierres » formées par la criſtalliſation aqueuſe, que les

» yeux les plus exercés ne ſauroient y apperce-
» voir aucune différence. Donc ces laves ne
» ſont que des trapps, des cornéènes... ».

Je réponds :

1°. Ces laves ſont plus denſes que les trapps & les cornéènes; car leur denſité va juſqu'à 3500, & celle des trapps & des cornéènes ne va qu'à 2700.

2°. Ces laves ſont très-fragiles. « Toute la » montagne de Transberg, près Gottingue, » dit Merck, » eſt compoſée de priſmes d'un ba-» ſalte très-compacte & très-ſonore. Ces belles » maſſes ſont ſi légèrement aglutinées par un » limon ferrugineux, qu'à peine les ouvriers » y ont inſinué leurs outils, qu'*elles ſe briſent* » *comme du verre* ». (Journ. de Phyſ. 1785, ſeptembre.)

« Les laves dont on fait les pavés, dit Dolomieu (1), » caſſeroient preſque auſſi aiſément » que des boules de verre, ſi on ne les arro-» ſoit pas d'eau ». Or, les cornéènes caſſent très-difficilement, & s'amolliſſent preſque ſous le marteau, comme le feroit de la terre endurcie. Les trapps ſe caſſent auſſi avec difficulté.

(1) Journal de Phyſique, 1794, 6e cahier, pag. 414.

3°. Les laves contiennent beaucoup de fer, & font mouvoir le barreau aimanté.

Les cornéènes & les trapps contiennent beaucoup moins de fer, & agiſſent aſſez rarement ſur le barreau aimanté.

Les ſchiſtes, au contraire, qui couvrent les charbons, contiennent beaucoup de fer.

4°. Les laves ont été incandeſcentes, & ont coulé. C'eſt un fait certain, & qu'on voit journellement. Or, les matières qui les ont formées n'étoient pas contenues dans un vaſe. Il faut donc qu'elles ſe ſoient mélangées avec la matière combuſtible, quelle qu'elle ſoit, pyriteuſe ou bitumineuſe. Si elle eſt bitumineuſe, la partie combuſtible ſe ſera diſſipée, & il reſtera les portions terreuſes & ferrugineuſes, qui ſe feront mélangées avec la matière de la lave. Si la partie combuſtible eſt pyriteuſe, le ſoufre brûlé, la chaux de fer & les portions étrangères, qui ſont toujours dans les pyrites, ſe feront mêlées avec la matière de la lave.

Dans toutes ces hypothèſes, il y auroit donc toujours des portions étrangères qui ſe ſeront mêlées avec le trapp ou la cornéène, pour former la lave. Ce ſeront ces portions ferrugineuſes qui rendront la lave ſenſible à l'aimant.

On ne peut donc pas dire, même dans l'hypothèſe que nous combattons, que la lave compacte ſoit formée de trapp ou de cornéène purs. Elle ſera toujours un mélange du réſidu de la partie combuſtible avec la ſubſtance pierreuſe qui entre dans la compoſition de la lave.

S'il y a un mélange de parties étrangères avec ce trapp, dès-lors il n'a pu conſerver ſa forme primitive que lui avoit donné la criſtalliſation aqueuſe.

Ces dernières obſervations ſont d'une telle force, que je ne vois pas qu'on puiſſe rien y oppoſer de ſolide.

Enfin, le trapp & la cornéène ſont formés par une criſtalliſation aqueuſe.

La lave compacte & le baſalte *ont été fondus* par l'action de la chaleur, ont coulé ſous forme de torrens enflammés. Refroidis, ils ont pris de la conſiſtance, & ont quelquefois criſtalliſé. Leur ſolidité, leur dureté ſont donc le produit d'une véritable *criſtalliſation confuſe, ou régulière, opérée par le feu.* Elle eſt par conſéquent abſolument différente de la criſtalliſation du trapp ou de la cornéène, qui eſt aqueuſe.

Mais comment expliquer, objecte-t-on toujours, cette parfaite reſſemblance du *facies* de la plupart des laves compactes & des baſaltes

priſmatiques avec celle des trapps, au point que les naturaliſtes les plus exercés ne ſauroient les diſtinguer ?

Je réponds qu'il faut en conclure que ces caractères extérieurs ſont trompeurs, puiſqu'il eſt bien prouvé que les qualités des laves, telles que la denſité, la fragilité, leur action ſur l'aimant... ſont abſolument différentes des qualités des laves.

Les molécules d'un métal fondu ſont lamelleuſes, telles que celles d'antimoine, du biſmuth.

Celles de certaines pierres fondues, ſans que la fuſion ait été juſqu'à la vitrification, peuvent donc également être lamelleuſes, ou avoir un grain fin, comme la cornéène & le trapp ; & puiſque le verre lui-même criſtalliſe, il faut bien qu'il ſoit compoſé de lames.

Enfin, cette difficulté eſt commune à l'opinion que je combats, comme à la mienne, puiſqu'on y convient également qu'il y a eu fuſion de la lave.

Le biſcuit de porcelaine a un grain qui approche de celui de la cornéène fine ou du trapp.

La poterie noire de Wéedgwood, qui eſt compoſée d'argile, mélangée avec les chaux

de fer noires, & quelquefois de manganèſe, a un grain qui approche encore plus de celui du baſalte.

La plus grande difficulté eſt de ſavoir comment ces laves ont pu couler ſans être vitrifiées.

Il ſe peut que cela ſoit dû à la partie ferrugineuſe; car la mine de fer fondu, appelée communément *fonte*, n'a rien de vitreux; & quelquefois elle contient une très-grande quantité de différentes terres. Son grain, pour lors, rapproche aſſez de celui du trapp.

Au reſte, ces difficultés ne peuvent renverſer un fait certain, qui eſt *que le trapp eſt une criſtalliſation aqueuſe, & le baſalte une criſtalliſation ignée.*

Nous pourrions ajouter qu'il peut ſe trouver, dans la lave en grande maſſe, des portions de pierres enveloppées, qui n'auroient point perdu toute leur eau de criſtalliſation. Des ſels, tels que l'alun, le nitre, le borax, criſtalliſés par l'eau, expoſés au feu, entrent en fuſion ſans perdre toute leur eau de criſtalliſation.

Il pourra donc, dans les grandes coulées de laves, ſe trouver des trapps, des cornéènes, des pétro-ſilex, qui auroient été aſſez peu dénaturés pour qu'on puiſſe les reconnoître.

Néanmoins ils auront ſubi une altération conſidérable, mais pas aſſez grande pour les rendre méconnoiſſables.

Il y aura donc des laves de différentes eſpèces.

Laves communes compactes, compoſées de ſchiſtes martiaux.

Laves à baſe de pétro-ſilex.

Laves à baſe de trapps.

Laves à baſe de cornéènes.

Mais ces dernières ſont rares. La majeure partie des laves compactes priſmatiques, ou non priſmatiques, eſt compoſée de la baſe des ſchiſtes, qui ſervent de toit & de mur aux charbons.

Quant aux laves à baſe de feld-ſpaths, de grenats...elles ne doivent être qu'en très-petite quantité, parce que ces ſubſtances ne ſont jamais qu'en petits criſtaux.

§. CCXC. Des laves peuvent couler pluſieurs années ſans ſe conſolider. Celle de l'Etna, de 1614, coula dix ans, & ne parcourut que deux milles. La cauſe de ce phénomène eſt très-difficile à découvrir; car les matières que nous réduiſons en fuſion, telles que les ſubſtances métalliques, qui ont une denſité plus conſidérable que la lave, ne conſerveroient pas auſſi long-tems leur chaleur pro-

portionnellement, & les coulées de laves ordinaires ſe conſolident elles-mêmes promptement.

Dolomieu en conclut que le feu des volcans agit différemment du feu ordinaire. Car une maſſe de lave fondue dans nos fourneaux, ſe refroidiroit promptement. Il penſe en conſéquence qu'il ſe trouve dans ces laves une matière combuſtible, qui brûlé, dans cet eſpace de tems, avec beaucoup de lenteur, & peut entretenir la fluidité de la lave, ſans lui communiquer un degré de chaleur conſidérable. Cette chaleur eſt aſſez foible pour ne point dénaturer les pierres qui compoſent ces laves. Il cite effectivement des laves qui, après leur éruption, exhalent des fumées blanches, leſquelles ſouvent s'enflamment. Celle qui coula de l'Etna en 1761 & 1762, laiſſoit échapper, vingt-quatre ans après ſon éruption, une ſemblable fumée blanche, qui ſouvent donnoit des flammes.

J'obſerve d'abord à ce naturaliſte :

1°. Que ce cas eſt rare, puiſque les laves ordinaires ſe conſolident promptement. Il doit donc y avoir ici des cauſes particulières & accidentelles.

2°. Qu'il n'eſt pas douteux que le feu des volcans n'ait, en pluſieurs circonſtances, beau-

coup d'activité, & qu'il ne réduiſe en verre pluſieurs matières, tels que les verres volcaniques.

3°. Que la pierre-ponce eſt à demi-vitrifiée.

4°. Les laves poreuſes ont certainement été dans un état de fritte vitreuſe, comme le laitier des fourneaux.

5°. La lave compacte elle-même a un grand degré de chaleur, comme on l'obſerve dans les courans de laves que nous voyons couler journellement. Elle eſt rouge, incandeſcente, & enflamme toutes les matières combuſtibles qu'elle rencontre, & même pluſieurs mois après qu'elle eſt ſortie du volcan.

Néanmoins cette lave compacte contient encore quelquefois des portions de la matière combuſtible qui l'a réduite en fuſion, comme nous l'avons vu, & qui ſouvent brûle pluſieurs années après ſon éruption. Cette matière combuſtible ſera du ſoufre, ou des matières bitumineuſes, qui, combinées avec les ſchiſtes; n'ont pas eu le tems d'être conſumées: ou des matières métalliques, comme l'arſénic, le zinc, le fer, ſur-tout ce dernier, qui eſt ſi abondant dans les laves.

Ce ſeront donc quelques-unes de ces différentes cauſes qui produiront le phénomène

ſingulier que nous cherchons à expliquer. Car il ne faut pas oublier que les laves ordinaires prennent promptement de la ſolidité, & ceſſent de couler. Celles qui coulent long-tems ſont par conſéquent des exceptions à cette loi générale; ce qui doit dépendre de cauſes particulières.

Le phénomène, par exemple, de la fameuſe lave de l'Etna, de 1614, qui, aſſure-t-on, a coulé dix ans, & quelques autres ſemblables, doivent tenir à des circonſtances locales que nous ne connoiſſons pas encore toutes. D'abord, il y a des laves qui renferment beaucoup de matières combuſtibles, qui brûlent lentement, donnent cette fumée blanche . . . & entretiennent leur fluidité. Il ſe peut encore que le ſol ſur lequel elle couloit, fût brûlant, ſe trouvant au-deſſus de quelque cavité du volcan . . . Il ſeroit imprudent de haſarder des conjectures ſans être inſtruit de toutes les circonſtances qui ont accompagné ces éruptions particulières.

DES CRATÈRES DES VOLCANS.

§. CCXCI. Parmi les matières que vomiſſent les volcans, il en eſt pluſieurs qui, projetées perpendiculairement, ou à-peu-près, retombent dans le cratère même des volcans,

ou ſur ſes bords. Ces dernières s'amoncèlent & élèvent le cratère, en le reſſerrant par ſes bords. Mais lorſque ces matières ſe ſont trop amoncelées, les baſes s'affaiſſent, & tout le haut du cratère retombe dans le volcan, dont la bouche ſe trouve pour lors très-évaſée. Tel paroît avoir été celui de la Somma.

Les éruptions continuent, & il ſe forme un nouveau cratère. C'eſt ce qui arrive dans tous les volcans.

Les portions de laves vomies, qui ont retombé ſur les flancs de la montagne, l'exhauſſent & l'élèvent ainſi à une grande hauteur. C'eſt de cette manière que ſe forment les pics volcaniques.

L'Etna a aujourd'hui 1672 toiſes d'élévation.

Le pic de Ténériffe a 1900 toiſes.

Le Puy-de-Dôme a 870 toiſes.

Chimboraco eſt encore beaucoup plus élevé. C'eſt la montagne la plus haute que nous connoiſſions. Elle eſt élevée à 3217 toiſes.

L'Hécla a 834 toiſes, ou 5000 pieds.

Le Véſuve a 3700 pieds.

Mais par une ſuite néceſſaire de l'élévation de ces cratères, de ces pics, des montagnes, & des îles ſoulevées, il doit s'excaver d'immenſes cavernes dans le centre de ces mon-

tagnes. Elles ſeront proportionnées à la maſſe des matières inflammables conſumées, & à celle des matières calcinées & revomies.

Ces cavernes pourront enſuite s'affaiſſer, par des cauſes quelconques, analogues à celles que nous avons vu produire les affaiſſemens des autres montagnes. Les ſecouſſes des violens tremblemens de terre ajouteront encore à celles-ci.

Auſſi eſt-ce à la ſuite de violens tremblemens de terre que s'affaiſsèrent les montagnes qui ont donné naiſſance au lac Lucrin, au lac de la Jamaïque, formé en 1692, l'île de Sorca, une des Moluques, qui fut engloutie en 1693....

Le cratère du Véſuve étoit autrefois très-conſidérable; il s'affaiſſa, & forma la Somma, qui a pluſieurs milles de circuit; & c'eſt du milieu de la Somma que s'eſt élevé le nouveau cratère du volcan, qu'on appelle aujourd'hui *le Véſuve.*

Toutes ces éruptions, tous ces affaiſſemens étant auſſi nombreux qu'ils le ſont, doivent altérer, juſqu'à un certain point, la ſurface de la terre. Car les volcans, qui ſont en activité, & ceux qui y ont été, occupent une portion de terrein aſſez conſidérable. Ils produiront ici des élévations, de nouvelles mon-

tagnes, telles que tous ces pics volcaniques: & il en naîtra par conſéquent de nouvelles vallées; il ſe formera des falaiſes.... que l'action des eaux & des tems travaillera enſuite.

Le tremblement de terre de Lisbonne, en 1755, ébranla, comme nous l'avons vu, une partie de l'Afrique & toute l'Europe juſqu'en Iſlande (§. CCLXXXVIII). Pourroit-on en conclure qu'il ſeroit poſſible qu'une partie de ces contrées eût pu être engloutie? Je ne le penſe pas. Ces commotions ſont produites par des vapeurs, qui enfilent les fentes qui ſe trouvent dans les terreins ſecondaires. Mais un affaiſſement ſuppoſeroit qu'il exiſteroit des cavernes immenſes ſous ces continens. Or, nous verrons ailleurs qu'il eſt impoſſible de ſuppoſer des cavernes de cette étendue, puiſque, dans cette hypothèſe, rien ne pourroit ſoutenir cette maſſe énorme des continens.

DES PLUIES VOLCANIQUES.

Des pluies abondantes accompagnent très-ſouvent les éruptions des volcans; il eſt peu d'éruptions du Véſuve, où il n'y ait de ces pluies copieuſes, qui ont été nommées par les Italiens, *Nilo d'Aqua*, comme ſi c'étoit le Nil qui ſortit lui-même des entrailles du

volcan. Nous avons vu que dans l'éruption de 1631, il y eut une inondation prodigieuſe.

» L'Etna vomit ſouvent des torrens d'eau. » Il en ſortit un *Nilo d'Aqua* en 1751. Les » volcans d'Amérique en ont ſouvent fourni » des exemples. Le Véſuve a fréquemment » jeté des eaux. Il en ſortit beaucoup de la » bouche de Monte-Nuovo, en 1538. Celles » du Véſuve firent autant de dégât en 1689 » qu'en 1631 ». *Ferber.*

« Le volcan de l'île Banda eſt un des plus » terribles de toutes les Indes, & dont les » fréquentes éruptions ont été marquées par » des effets ſurprenans, par des tremblemens » de terre, par des inondations qui ſembloient » devoir engloutir la plupart des îles voiſi- » nes ». *Hiſtoire des Voyages, tome XVII, page* 180.

Les éruptions de l'Héela & des autres volcans d'Iſlande ſont preſque toujours accompagnées de pluies plus ou moins abondantes.

Cette abondance d'eau verſée par les volcans, reconnoît pluſieurs cauſes. Il n'eſt pas douteux qu'elle ne vienne très-ſouvent du ſein de la mer, dont les eaux ont pénétré dans le foyer de l'incendie, & en ſont rejetées avec les autres ſubſtances que le volcan

vomit; & ce qui le prouve de plus en plus, c'eſt que ces eaux rejetées ſont ſalées.

Mais d'autres fois, ces eaux viennent des fleuves, des ruiſſeaux, des fontaines, qui, s'étant fait jour au travers des terres, ont pénétré juſques dans l'intérieur du volcan. Nous avons vu que très-ſouvent, les éruptions des volcans ſont précédées de pluies abondantes, de la diſparition des fleuves...

DE L'ÉLECTRICITÉ DES VOLCANS.

§. CCXCII. L'éruption des volcans préſente un fait bien digne d'être obſervé. C'eſt la quantité d'électricité dont elle eſt accompagnée. Hamilton a décrit avec beaucoup d'exactitude des éclairs brillans qu'il diſtinguoit dans l'éruption du Véſuve en 1779, & qui étoient ſuivis de violens coups de tonnerre. Troïl rapporte auſſi que dans l'éruption du Kattlegiaa, en 1755, il partit du milieu des flammes un météore ſemblable à un éclair, qui perça d'outre en outre les roches qui ſe trouvoient ſur ſon paſſage, tua onze chevaux, un payſan, une ſervante....

On a obſervé le même phénomène dans d'autres exploſions.

La cauſe de cette électricité eſt ſans doute due aux vapeurs qui s'élèvent. Il eſt bien prouvé

prouvé que de l'eau en ébullition, ſur-tout de l'eau jetée ſur des matières ardentes, produit une forte électricité.

Il y a ici un foyer immenſe de matières enflammées, de laves en fuſion, & une grande quantité d'eau. Un nuage épais enveloppe toujours le ſommet du volcan. Les vapeurs qui compoſent ce nuage, doivent donc être ſurchargées d'électricité; d'où s'enſuivront des éclairs, des coups de tonnerre..... comme dans les orages ordinaires.

Cette électricité abondante ne peut donc être regardée comme la cauſe des commotions, ni des ſecouſſes des volcans. Elle en eſt elle-même un effet. Mais elle produit enſuite ſes effets ordinaires; des éclairs, des coups de tonnerre....

DES ÉPOQUES DES VOLCANS.

§. CCXCIII. Différens auteurs ont cherché à fixer les époques des éruptions des volcans éteints, & même de ceux qui ſont en activité.

Deſmarets a fixé trois époques différentes dans les volcans éteints de l'Auvergne & du Vélai.

1°. Les plus récens ſont ceux dont le cratère eſt encore bien conſervé, & dont la

lave a coulé dans des vallées déjà exiſtantes: tels ſont le Puy-de-Dôme, & deux autres volcans au-deſſous de celui-ci, qui ont fourni les laves de Volvic.

2°. La ſeconde époque qu'il aſſigne, eſt celle des volcans dont les laves ont coulé ſur des terreins unis, & qui, enſuite, ont été excavés par des courans qui y ont formé des vallées. Ces volcans ont dû être, le plus ſouvent, ſous-marins.

3°. La troiſième époque eſt celle des volcans les plus anciens. Les cratères & les laves en ſont recouverts par de nouvelles couches calcaires, qui ont été, par conſéquent, dépoſées par les eaux des mers ou des lacs, depuis les éruptions de ces volcans.

Il faut ſuppoſer que la plus grande partie de ces derniers volcans ont été des volcans ſous-marins. Leurs éruptions ſe ſont faites au milieu des flots, & leurs laves ont couvert les baſſins des mers.

De nouvelles couches calcaires ſe ſont dépoſées ſur ces laves.

Peut-être de ſecondes éruptions volcaniques ont-elles encore eu lieu; & il ſe ſera formé de cette manière pluſieurs couches alternatives de matières volcaniques, & de ſubſtances calcaires.

Il ſeroit cependant poſſible que des volcans des continens projetaſſent des fleuves de laves qui ſe rendroient directement dans la mer, & ſeroient enſuite recouverts par des dépôts calcaires. Il eſt un grand nombre de courans de laves de l'Etna, qui ſe ſont rendus dans la mer.

On a cherché à fixer la date où les volcans ont pu être en activité, mais on n'a que des analogies très-foibles. Le chanoine Recupero eſt parti de la décompoſition de certains courans de lave, dont la date eſt certaine. Il a pris la lave d'une éruption connue. Il a obſervé que cette lave étoit altérée de tant de pouces; d'où il a calculé qu'il faudroit tel nombre d'années pour décompoſer toute cette lave.

Il a enſuite fait l'application de ce principe aux laves qu'il a cru les plus anciennes, & il a trouvé qu'il faudroit quatorze mille ans pour cette décompoſition.

Mais ces apperçus ſont aſſez inexacts, parce que pluſieurs cauſes accidentelles peuvent avoir accéléré ou retardé la décompoſition de la lave; une lave expoſée à une forte vapeur d'acide ſulfureux, ſera bien plutôt décompoſée que celle qui n'y ſera pas expoſée.

Les traditions confirment ce que nous diſons. Car les époques de la première éruption de l'Etna ne paroiſſent pas remonter à plus de 3300 ans.

DES EAUX MINÉRALES.

§. CCXCIV. Quoiqu'il n'y ait point d'eaux pures dans la nature, on les regarde cependant comme telles, lorſqu'elles ne ſont chargées que d'une très-petite portion de principes étrangers. Si ces principes ſont en une certaine quantité, les eaux qui les contiennent, prennent le nom d'eaux minérales.

Les eaux minérales ſe diſtinguent en deux eſpèces.

Les eaux froides.

Les eaux chaudes.

Les eaux minérales froides ſont chargées de différens airs, ſur-tout d'air fixe, & de différens ſels. Les plus communes ſont les eaux martiales aérées, ou chargées d'air fixe ou acide aérien, qui tiennent du fer en diſſolution. Cette eſpèce d'eau ſe trouve preſque par-tout dans les terreins ſecondaires, & il eſt peu de contrées qui n'en contiennent. Les différences principales qu'on obſerve dans ces

eaux viennent des proportions d'air & de fer. Cependant il s'y trouve encore ſouvent d'autres principes, ſur-tout des ſels, tels que le natron, le vitriol de natron ou ſel de Glauber, le vitriol de magnéſie ou ſel d'Epſom, de la ſélénite ou gypſe, du ſpath calcaire...

Les eaux chaudes aérées ou thermales, contiennent auſſi différens ſels, & différens airs. On peut les diſtinguer en trois claſſes générales.

1°. Les eaux chaudes aérées qui contiennent de l'air fixe, du fer & différens ſels; telles ſont les eaux de Vichy.

2°. Les eaux thermales hépatiques, qui contiennent de l'air inflammable ſulfureux ou hépatique avec différens ſels; telles ſont les eaux d'Aix-la-Chapelle.

3°. Les eaux brûlantes qui contiennent de l'air inflammable phoſphorique; telles ſont les fontaines appelées brûlantes. De cette nature ſont celles appelés *pietra mala*, en Lombardie; celles de la fontaine brûlante du Dauphiné.

La cauſe ordinaire de la chaleur des eaux thermales eſt aſſez difficile à indiquer. Comment telle fontaine conſerve-t-elle toujours à peu-près le même degré de chaleur pendant un grand nombre de ſiècles? Au Mont-d'Or, en

Auvergne, la fontaine de Céſar avoit, il y a 1800 ans, à peu-près le même degré de chaleur qu'aujourd'hui.

On ne peut attribuer cette chaleur à des volcans qui n'ont pas toujours la même intenſité de chaleur. Cependant cela peut être dans quelques cas particuliers.

Il faut donc avoir recours à des pyrites en décompoſition; elles contractent un aſſez grand degré de chaleur & fourniſſent du gaz hépatique, du fer, de l'acide vitriolique qui diſſoudra les terres & les ſels qu'il rencontrera. Avec le natron, il fera le ſel de Glauber ou vitriol de natron: avec la magnéſie, il fera le ſel d'Epſom, vitriol de magnéſie; avec la terre calcaire, il formera du gypſe ou ſélénite.

Ce même acide, en diſſolvant ce natron, la terre calcaire & la magnéſie, en dégagera l'acide aérien ou air fixe, que ces eaux diſſoudront & dont elles ſe ſurchargeront au point qu'elles en abandonneront une partie, dès qu'elles ſeront au contact de l'air.

Il faut néanmoins, ou que ces pyrites en décompoſition ne ſoient pas très-abondantes, puiſque, pour-lors, elles réduiroient l'eau en vapeurs, & produiroient une eſpèce de volcan.

Ou que ces eaux ne paſſent pas dans le

centre du foyer de ces pyrites embrâſées, mais dans leur voiſinage : ces pyrites, pourlors, conſerveront, pendant une longue ſuite de ſiècles, le même degré de chaleur, & pourront le communiquer aux eaux.

Les eaux martiales froides ſont dues également à des pyrites en décompoſition, mais qui auront aſſez peu de chaleur, ou dont le foyer eſt aſſez éloigné de l'iſſue de la fontaine, pour que ces eaux aient eu le tems de ſe refroidir.

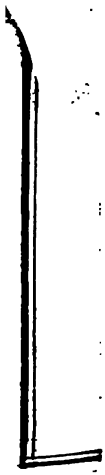
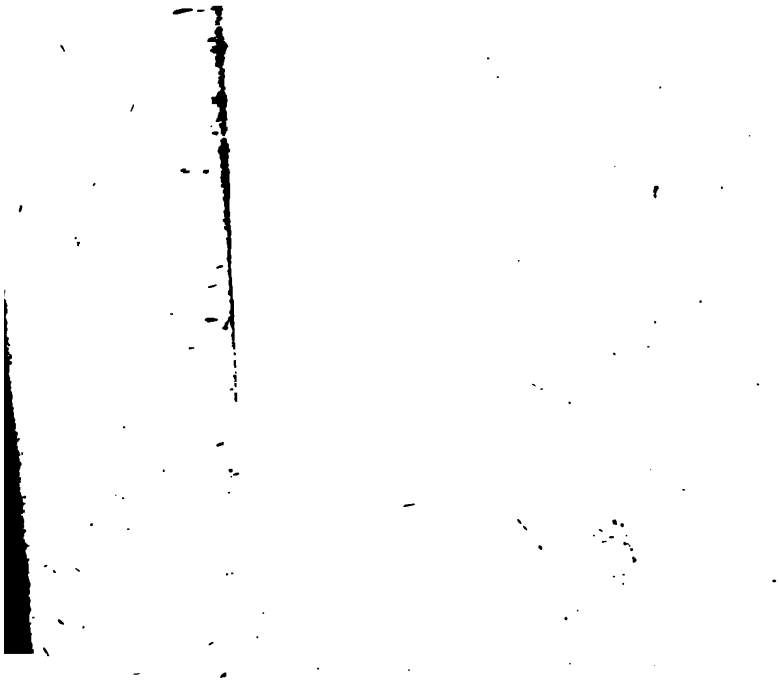
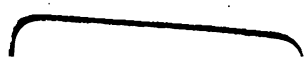
Il y a encore des eaux qui tiennent en diſſolution différens ſels métalliques ; telles ſont celles qui paſſent par des mines de cuivre, celles qui coulent ſur du vitriol de zinc, ſur la chaux d'arſénic...

Quant à celles qui contiennent de l'air inflammable phoſphorique, il faut qu'il ſoit fourni par la décompoſition de mines phoſphoriques, ou de matières animales ou végétales, chez qui l'acide phoſphorique ſoit abondant ; la chaleur des pyrites favoriſera la décompoſition de ces ſubſtances & la formation de cet air inflammable phoſphorique.

Il y a encore d'autres eaux qu'on doit rapporter aux minérales ; telles ſont :

1°. Les eaux bitumineuſes, comme celles de Gabian, qui contiennent des matières bitumineuſes.

2°. Les fontaines d'eaux, qui contiennent du ſel gemme.

3°. Les fontaines de Ruikum & de Geyzer, en Iſlande. Elles ſont bouillantes & contiennent en diſſolution du verre déliqueſcent, de la liqueur des cailloux, c'eſt-à-dire, de la terre quartzeuſe diſſoute par le natron; elles ſont produites par les feux ſouterreins ſi abondans dans ces contrées. Du natron ſe rencontrant avec des ſables, dans le foyer du volcan, ſe fond & forme un vrai verre, ou liqueur de cailloux qui eſt enſuite diſſous par les eaux courantes. Peut-être même cette liqueur de cailloux eſt-elle faite par la voie humide. De l'eau à ce degré de chaleur, & chargée de natron, peut, peut-être, attaquer le ſable & en diſſoudre une portion.

Fin du Tome ſecond.